

Universitätsspital Zürich  
Klinik und Poliklinik für Innere Medizin  
Direktor: Prof. Dr. med. E. Battegay

---

Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. med. P. M. Suter

# Salzkonsum der Zürcher Bevölkerung. Vergiften sich die ZürcherInnen mit Salz?

**INAUGURAL-DISSERTATION**  
zur Erlangung der Doktorwürde der Humanmedizin  
an der Medizinischen Fakultät  
der Universität Zürich

vorgelegt von  
Helen Manuela Jäggi-Stettler

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. E. Battegay  
Zürich 2017

# Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung.....	3
2. Einleitung .....	4
3. Methodik .....	6
4. Resultate.....	11
4.1.        Gesamtpopulation.....	11
4.2.        Frauen.....	13
4.3.        Männer.....	15
5. Diskussion.....	17
6. Literaturverzeichnis.....	22
7. Anhang.....	24
8. Verdankungen.....	48
9. Curriculum Vitae .....	49

# 1. ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund:** Ein übermässiger Salzkonsum kann ein hohes pathophysiologisches Potential haben. Aus diesem Grund wurde in dieser Arbeit die Salzzufuhr in einer Zürcher Population erfasst.

**Methode:** Aus einer Gruppe von 268 Probanden, welche für eine schweizweite Multicenter-Studie vom Bundesamt für Gesundheit rekrutiert wurden, wurden 166 im Kanton Zürich wohnhafte Probanden zufällig ausgewählt. Die Rekrutierung der Probanden erfolgte mittels Briefen an zufällig aus dem Telefonbuch ausgewählte Zürcher Haushalte, sowie über Aushänge an diversen Standorten an der Universität Zürich und Spitälern. Verschiedene klinische und laborchemische Daten wurden erfasst, u. a. der Salzkonsum mittels einer 24h Urinsammlung, die Körperzusammensetzung mit Bioimpedanz und mehrmalige Praxisblutdruckmessungen.

**Resultate:** Die Gesamtpopulation ( $n = 166$ , Altersspanne 19-95 Jahre) bestehend aus 79 Frauen und 87 Männern hatte einen durchschnittlichen BMI von  $25.2 \pm 4.2 \text{ kg/m}^2$  (Mittelwert  $\pm$  SD). Die durchschnittliche Salzzufuhr in der Gesamtpopulation betrug  $8.5 \pm 3.9 \text{ g Salz pro Tag}$ . Bei den Frauen betrug die durchschnittliche Salzzufuhr  $7.8 \pm 3.4 \text{ g/d}$ , bei den Männern  $9.6 \pm 4.3 \text{ g/d}$ . In der Gesamtpopulation stieg der Blutdruck mit zunehmendem Alter von  $118 \pm 2.7 \text{ mmHg}$  (Mittelwert  $\pm$  SEM) bei den 18-29 jährigen ( $n = 36$ ), auf  $138 \pm 3.2 \text{ mmHg}$  bei den über 70 jährigen Teilnehmern ( $n = 26$ ). Zwischen dem Blutdruck und der Salzausscheidung zeigte sich keine signifikante Beziehung (systolischer Blutdruck:  $r = 0.15$ ,  $p = 0.05$ , diastolischer Blutdruck:  $r = 0.017$ ,  $p = 0.83$ ). Zwischen dem BMI ( $\text{kg/m}^2$ ) und dem Blutdruck (mmHg) zeigte sich eine signifikante Beziehung (systolischer Blutdruck:  $r = 0.32$ ,  $p < 0.0001$ , diastolischer Blutdruck:  $r = 0.27$ ,  $p = 0.0005$ ). Der Salzkonsum bei Probanden mit respektive ohne Antihypertensiva war identisch. Ein höherer Konsum an Früchten und Gemüse war mit einer höheren Salzausscheidung (g/d) verbunden ( $r = 0.26$ ,  $p = 0.02$ ). Zwischen der Kaliumausscheidung (mmol) und der Salzausscheidung (g/d) zeigte sich eine signifikante Beziehung ( $r = 0.46$ ,  $p < 0.0001$ ), ebenso zwischen der 24h-Urin-Kortisolausscheidung ( $\mu\text{g/d}$ ) und der Salzausscheidung in (g/d) ( $r = 0.48$ ,  $p < 0.0001$ ).

**Diskussion:** Die durchschnittliche Salzzufuhr in dieser Zürcher Population betrug  $8.5 \pm 3.9 \text{ g Salz pro Tag}$ . Es zeigte sich keine signifikante Beziehung zwischen dem Salzkonsum und dem Blutdruck. Diese Arbeit zeigt, dass der Salzkonsum bei den Zürchern ähnlich ist wie in anderen Populationen und tiefer liegt als generell vermutet wurde.

## 2. EINLEITUNG

Hoher Blutdruck ist der wichtigste Herz-Kreislauf-Risikofaktor und trägt weltweit entsprechend viel zur Morbidität und Mortalität bei [1, 2]. Aufgrund der Globalisierung des modernen (westlichen) Lebensstils ist die Hypertonie auch in Entwicklungsländern eine der wichtigsten Morbiditäts- und Mortalitätsursachen [2]. Vielseitige Evidenz aus Tierstudien, epidemiologischen Daten sowie Interventionsstudien zeigen ein kontroverses Bild bezüglich der Assoziation zwischen Salz und Bluthochdruck (Hypertonie). Eine klassische Studie, die sogenannte Intersalt-Studie [3, 4] zeigte eine direkte Beziehung zwischen der Salzzufuhr und der Höhe des Blutdrucks in über 80 verschiedenen weltweit verteilten Studienzentren. Interessanterweise verschwand diese positive Beziehung zwischen der Salzzufuhr und dem Blutdruck bei Weglassen von drei Populationen mit extrem tiefer Salzzufuhr [5]. Trotz über 50 Jahre Forschung ist die Thematik «Salz und Blutdruck» ein wiederkehrendes Thema, dass nach wie vor kontrovers diskutiert wird. Die Kontrolle der Salzzufuhr stellt bei Herzinsuffizienz, bei der Niereninsuffizienz und auch bei Hypertonikern ein zentrales therapeutisches Prinzip dar. Die Salzrestriktion ist bei diesen Erkrankungen ohne Kontroverse und stellt ein zentrales therapeutisches Prinzip dar [6]. Der Hauptstreitpunkt in der Salzkontroverse liegt in der Definition der «sicheren» Salzzufuhr auf Populationsebene, zumal nur «salzsensitive» Menschen von einer Salzrestriktion profitieren können [5, 7]. Aufgrund der aktuellen Evidenz ist es sehr unklar und kontrovers, ob eine Salzrestriktion für die gesamte Population angezeigt ist. Letzteres wird immer wieder propagiert [8], obwohl vielseitige Evidenz darauf hindeutet, dass eine spezifische Beratung und Intervention bei Risikogruppen (z. B. den oben erwähnten Patientengruppen) bezüglich Public Health Effekten viel

effizienter wäre als Massnahmen auf Populationsebene, welche in der Regel nicht nachhaltig umgesetzt werden (können). In welchem Bereich, die «risikolose nicht gesundheitsschädigende» Salzzufuhr liegt, kann aufgrund fehlender kontrollierter Langzeitstudien nicht beantwortet werden und so wird die Salzkontroverse mit Sicherheit noch viele Jahre weiter diskutiert werden. Gemäss der WHO und anderen Gremien (wie z. B. das Bundesamt für Gesundheit (BAG)) wird populationsweit eine maximale Salzzufuhr von 5 g/d empfohlen. Seit Jahren wird in der Schweiz von nationalen und regionalen Gremien und der Ärzteschaft gesagt, dass der Schweizer zu viel Salz konsumiert – bis vor kurzem berichtete das Bundesamt für Gesundheit über eine tägliche Salzzufuhr von bis zu 20 g/d für den Durchschnitts-SchweizerIn , basierend auf nationalen Salz-Verkaufsdaten und schwierig nachvollziehbaren Hochrechnungen und Vermutungen [9]. Es erstaunt, dass bis dahin in der Schweiz noch keine Studien mit korrekter Erfassung der Salzzufuhr, d. h. Messung der Salzausscheidung mittels mehrfacher 24h-Urin-Sammlungen gemacht wurden. Im Jahre 2010 wurde vom BAG eine schweizerische Multicenter Studie zur Salzzufuhr durchgeführt, welche eine mittlere Salzzufuhr von  $7.8 \pm 3.3$  g/d für die Frauen und  $10.6 \pm 4.2$  g/d für die Männer zeigte [10]. Ein Teil der Daten für die BAG Studien wurde im Rahmen dieser Dissertation erfasst, allerdings in unserem Zürcher Probanden-Kollektiv mit verschiedenen Zusatzmessungen und ausgeweiteten Laboranalysen.

### 3. METHODIK

**Population:** Im Rahmen einer Multicenter-Studie des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) über den Salzkonsum der Schweizer Bevölkerung [10], wurden am Universitätsspital Zürich (USZ) durch die Dissertantin Daten für diese Studie gesammelt. Für die BAG-Studie haben wir total 268 Probanden, mit Wohnkanton Zürich, rekrutiert. Die Daten wurden zwischen Januar bis Mai 2011 erfasst. Die Studie wurde vom lokalen Ethik Komitee gutgeheissen.

Aus dieser Gruppe haben wir für eine separate Studie zufällig 166 Probanden (87 Männer und 79 Frauen) ausgewählt, bei denen u. a. zur Validierung der Normwerte und zur Generierung neuer Labor-Referenzwerte des Instituts für klinische Chemie (IKC) des Universitätsspitals Zürich (USZ) zusätzliche Laboranalysen im Urin und Blut, sowie zusätzliche klinische Untersuchungen durchgeführt wurden (siehe Tabelle 19).

Nebst den zusätzlichen Laboranalysen haben wir bei unserer Studienpopulation auch die Körperzusammensetzung mittels Bioimpedanz (BIA) erfasst (Tanita Body-Composition Analyzer, Type BC-418 MA, Tanita Europe, Amsterdam). Mittels diesem segmentalen BIA Gerät wurde der Fettanteil (%), Fettmasse (kg), Muskelmasse (kg) und Körperwasser (L) bestimmt.

Die anthropometrischen und anderen Charakteristika (Alter, Körpergewicht, Grösse, BMI u. a.) der Studienpopulation sind in den Tabellen 1 - 6 für die Gesamtpopulation und nach Altersgruppen und Geschlecht zusammengefasst. Tabelle 7 zeigt die Alters-und Geschlechtsverteilung.

Um eine möglichst repräsentative Auswahl bezüglich Alter und Geschlecht an Zürcherinnen und Zürchern zu erreichen, haben wir zwei Rekrutierungsstrategien verfolgt:

Zunächst haben wir 1999 Briefe an Haushalte im Kanton Zürich verschickt, welche randomisiert aus dem Swisscom Fixnet-Telefonbuch ausgesucht wurden. In diesem Brief haben wir gefragt, ob jemand im Haushalt bereit wäre an unserer Studie teilzunehmen. Zudem wurde in dem Schreiben bereits grob der Ablauf der Studie

erläutert, damit sich die Probanden über die Vor- und Nachteile und den Zeitaufwand im Klaren waren. Die möglichen Probanden konnten sich daraufhin freiwillig per E-Mail oder Telefon für die Studie anmelden. Auf diese 1999 Briefe erhielten wir 158 Zusagen. Das entspricht einer Rücklaufquote von 7.9 %. Von diesen 158 Zusagen sind 8 Personen trotz Terminvereinbarung nicht erschienen oder haben abgesagt, was schlussendlich in einer Rücklaufquote von 7.5 % resultierte. Diese Rekrutierungsstrategie entspricht der vom BAG für die Salzstudie vorgegebenen Strategie.

Aufgrund der schlechten Rücklaufquote in der ersten Strategie wurde eine zweite Rekrutierungsstrategie basierend auf Aushängen in diversen Gebäuden der Universität Zürich, der ETH-Zürich, der pädagogischen Hochschule Zürich, im Universitäts Spital Zürich, im Spital Zollikerberg und im Tierspital Zürich verfolgt. Diese Zusatzstrategie basierte auf folgender Überlegung: Im Verlauf der Studie haben wir festgestellt, dass jüngere Probanden oft nicht im Telefonbuch eingetragen sind, somit haben wir sie über den Aushang an den genannten Orten rekrutiert. Auf diesen Aufruf haben sich dann noch einmal 110 Probanden gemeldet.

**Studienablauf:** Nach Zusage per E-Mail oder Telefon wurde mit jedem Probanden respektive mit jeder Probandin ein individueller Termin für eine erste Visite vereinbart. Im Rahmen von diesem E-Mail/Telefon-Kontakt konnte der genaue Ablauf der Studie erklärt werden und allfällige offene Fragen geklärt werden.

**Einschluss- und Ausschlusskriterien:** Die Teilnehmer mussten mindestens 18 jährig sein und im Kanton Zürich wohnen. Zudem mussten sie einwilligen zu 2 Visiten ins Unispital Zürich zu kommen und dazwischen eine 24h-Urinsammlung durchzuführen. Ausschlusskriterien waren nicht beherrschen einer der Landessprachen oder auch von Englisch. Ferner konnte nicht teilnehmen, wer unfähig war zu den 2 Visiten im Unispital Zürich zu erscheinen.

Etwaige Vorerkrankungen, aktuelle Erkrankungen oder Medikamenteneinnahme waren kein Ausschlusskriterium. Allerdings wurden alle Erkrankungen und der aktuelle Medikamentenkonsum erfragt und in der statistischen Auswertung berücksichtigt, wo immer angezeigt.

**Datenerfassung:** Die beiden Studien-Visiten waren unabhängig von der Rekrutierungsstrategie identisch.

Die Datenerfassung bestand aus 4 verschiedenen Elementen:

1. Erhebung der anthropometrischen Daten inklusive der BIA Messung.
2. Instruktion für die 24h-Urinsammlung, welche zwischen der ersten und zweiten Visite zu erfolgen hatte. Abgabe der Sammelbehältnisse am Ende der ersten Visite.
3. Ausfüllen eines strukturierten Fragebogens und Kontrolle bezüglich Vollständigkeit.
4. Fakultative Blutentnahme (jedem Probanden war es freigestellt, ob er eine Blutentnahme machen will)

Die anthropometrische Untersuchung beinhaltete das Messen der Körpergrösse (ohne Schuhe, gerundet auf 1cm genau), Bestimmung des Gewichts (in lockerer Kleidung) und der Körperzusammensetzung (BIA). In beiden Visiten wurde der Blutdruck mittels einer oszillometrischen Methode am nicht-dominanten Arm in sitzender Position gemessen.

Für die sitzende Blutdruckmessung wurde zuerst durch Messung des Oberarmumfangs die richtige Manschettengrösse ermittelt. Anschliessend wurde der Blutdruck im Sitzen (nach einer 5 minütigen Ruhephase) viermalig am nicht dominanten Arm gemessen (die Einzelwerte wurden aufgezeichnet). Die Messung erfolgte mit einem oszillometrischen Omron HEM-907 Oberarm-Blutdruckmessgerät (Omron International Headquarters, Hoofddorp, Holland, Vertreten in der Schweiz durch: Advance AG Au-Wädensil, Schweiz). Zwischen den Messungen wurde jeweils eine Minute pausiert und die Probanden wurden angehalten sich soweit als möglich zu entspannen. Bei der zweiten Visite erfolgte nochmals eine viermalige Blutdruckmessung unter Einhaltung desselben Zeitschemas. Die Blutdruckwerte während der Visite 1 und 2 sowie der Mittelwert des Blutdrucks aus den beiden Visiten ist in der Tabelle 9 zusammengefasst. Zumal der systolische und der diastolische Blutdruck in der Visite 1 und 2 identisch waren (siehe Tabelle 9) wurden



für die weiteren Analysen und Berechnungen in dieser Arbeit der Mittelwert des Blutdrucks aus der Visite 1 und 2 verwendet (siehe Tabelle 9). Im Folgenden wird entsprechend nur noch vom Blutdruck (in mmHg) gesprochen, was dem Mittelwert aus den Blutdruckmesswerten der beiden Visiten entspricht. Bei Daten welche sich nur auf die Blutdruckwerte der Visite 1 (V1) oder 2 (V2) beziehen, wird dies entsprechend bezeichnet (Blutdruck V1 resp. Blutdruck V2).

Für die 24h-Urinsammlung haben die Probanden zwei 3 Liter-Plastik Behältnisse mit nach Hause bekommen (dunkler Plastik zum Lichtschutz). Zum Zeitpunkt des Beginns der Urinsammlung musste zuerst die Blase vollständig geleert werden, d. h. diese erste Urinportion wurde verworfen. Ab dann musste während 24 Stunden immer in das Sammelbehältnis Wasser gelöst werden, die letzte Sammlung des Urins erfolgte genau 24h nach dem Start. Die Start- und Endzeit wurde durch die Probanden auf einem Zettel notiert.

Im Spital wurde die Urinmenge bestimmt (auf 10 ml genau) mittels wiegen (MIO STAR Küchenwaage, Genossenschaftsbund, Zürich). Die Waage wurde zuvor mit Standardgewichten geprüft. Falls mehr als ein Behältnis benötigt wurde, wurde der Urin aller Behältnisse in einem grösseren Gefäss zusammengeschüttet und gemischt. Für die Laboruntersuchung wurde ca. 100 ml Urin in einen Plastik Urinbecher mit Drehverschluss abgefüllt sowie die Sammelzeit und das Sammelvolumen notiert. Aus dieser Portion des 24h-Urin wurde unter anderem Natrium, Kalium, Chlorid und Kreatinin bestimmt (vollständige Analyseliste siehe Tabelle 19). Aus der gesamten Natriummenge (mmol/24h) wurde der Salzkonsum bzw. die Salzausscheidung während 24h errechnet [11].

Das Ausfüllen des Fragebogens erfolgte erst bei der zweiten Visite, da die Probanden (soweit dies möglich war) bis nach der Urinsammlung nicht wissen durften, dass wir die Salzausscheidung im Urin messen möchten (dies hätte ihren Salzkonsum beeinflusst). Der Fragebogen enthielt Fragen bezüglich Salzkonsum, Medikamenteneinnahme, eigenem Blutdruck und Familienanamnese, Tabak- und Alkoholkonsum, Ernährungsgewohnheiten, tägliche Bewegung sowie Sportgewohnheiten.

Die fakultative Blutentnahme war für die Berechnung der Salzausscheidung nicht notwendig. Zur Validierung der Normwerte und zur Generierung neuer Referenzwerte für das IKC haben wir entsprechend jeden Probanden gefragt, ob er mit einer Blutentnahme einverstanden sei. Die Probanden wurden so informiert, dass sie von einer Blutentnahme profitieren können, da wir ihnen am Ende der Studie alle persönlichen Laborwerte zustellen werden (Es hat sich deshalb auch niemand gegen eine Blutentnahme entschieden). Es gab auch Probanden, welchen wir auf Grund von pathologischen Resultaten empfohlen haben den Hausarzt aufzusuchen.

Alle biochemischen Analysen wurden am IKC unter Verwendung der Standardmethoden (siehe Vademecum IKC [12]) durchgeführt.

**Statistik** Alle Daten sind Mittelwerte  $\pm$  SEM (ausser Daten der Populationscharakteristika Mittelwerte  $\pm$  SD). Initial wurden alle Daten in eine MS Excel Datenbank (Excel, Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) eingegeben. Die statistischen Analysen und Auswertungen erfolgten mit der JMP-Software (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Vorangehend an die Analysen wurden die Daten bezüglich Normalverteilung geprüft. Eine Wahrscheinlichkeit von  $p < 0.05$  gilt als signifikant.

## 4. RESULTATE

### 4.1. GESAMTPOPULATION

In Tabelle 8 sind verschiedene anthropometrische und andere Charakteristika (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung (SD) wie z. B. Alter (Jahre), Grösse (cm), Gewicht (kg), BMI ( $\text{kg/m}^2$ ), Körperfettanteil (%), Salzkonsum (g/d) sowie BD-Werte (mmHg) zusammengefasst.

Die Gesamtpopulation ( $n = 166$ , Frauen = 79, Männer = 87) hatte ein Durchschnittsalter von  $48.3 \pm 19$  Jahre, eine Grösse von  $170.8 \pm 9.3$  cm, ein Gewicht von  $73.8 \pm 15.1$  kg und einen BMI von  $25.2 \pm 4.2$   $\text{kg/m}^2$ .

Der Fettanteil (in %) sowie die Fettmasse (in kg) der Gesamtpopulation betrug  $25.5 \pm 8$  % sowie  $19.1 \pm 7.8$  kg.

In Tabelle 9 wurden die durchschnittlichen systolischen und diastolischen Blutdruckwerte (Mittelwerte  $\pm$  SEM) für die Gesamtpopulation und nach Altersdekaden zusammengefasst. In der Gesamtpopulation nahm der Blutdruck mit zunehmendem Alter zu ( $r = 0.38$ ,  $p < 0.0001$ ). Bei den 18-29 jährigen Teilnehmern ( $n = 36$ ) betrug der durchschnittliche systolische Blutdruck  $118 \pm 2.1$  mmHg, und stieg kontinuierlich auf  $135.5 \pm 3.1$  mmHg bei den über 70jährigen Teilnehmern ( $n = 26$ ).

Die durchschnittliche Salzzufuhr in der Gesamtpopulation betrug  $8.5 \pm 3.9$  g Salz pro Tag. Bei den Frauen betrug die mittlere Salzzufuhr  $7.8 \pm 3.4$  g/d, bei den Männern  $9.6 \pm 4.3$  g/d ( $p$  für den Geschlechtsunterschied,  $p=0.004$ ).

Die Salzzufuhr war unabhängig vom Zivilstand (Tabelle 10) oder dem Ausbildungsstand (Tabelle 11). Der Konsum von irgendwelchen Medikamenten (alle Substanzgruppen respektive separat nach Antihypertensiva) hatte keinen Effekt auf den Salzkonsum (Tabelle 12).

Die Salzzufuhr der Probanden ohne Medikamenteneinnahme ( $n = 88$ ) betrug (Mittelwert  $\pm$  SEM)  $8.8 \pm 0.4$  g/d und die Salzzufuhr der Probanden mit Medikamenteneinnahme ( $n = 78$ ) betrug  $8.2 \pm 0.4$  g/d. ( $r = 0.08$ ,  $p = 0.33$ ). Probanden mit Antihypertensiva-Einnahme hatten dieselbe Salzzufuhr wie Probanden ohne Antihypertensiva-Einnahme ( $r = 0.08$ ,  $p = 0.58$ , Tabelle 12). Die Salzzufuhr bei Probanden mit einem erhöhten Blutdruck betrug im Vergleich mit Probanden mit Normotonie ( $n = 38$ )  $8.8 \pm 0.6$  g/d vs ( $n = 122$ )  $8.6 \pm 0.4$  g/d ( $r = 0.095$ ,  $p = 0.48$ ).

Das Körpergewicht von Probanden mit Antihypertensiva-Einnahme war signifikant höher als von Probanden ohne Antihypertensiva-Einnahme. Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem BMI und einer antihypertensiven Therapie ( $r = 0.36$ ,  $p < 0.0001$ , Abbildung 1). Ebenso besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter und einer antihypertensiven Therapie ( $r = 0.47$ ,  $p < 0.0001$ , Abbildung 2).

Die Probanden welche beim Auswärtsessen nachgesalzen haben, konsumierten gleich viel Salz als die «Nicht-Nachsalzer» ( $r = 0.2$ ,  $p = 0.09$ , Tabelle 13).

Zwischen der Salzausscheidung und dem systolischen oder diastolischen Blutdruck zeigte sich keine signifikante Beziehung (für den systolischen BD:  $r = 0.15$ ,  $p = 0.05$  für den diastolischen BD:  $r = 0.017$ ,  $p = 0.83$ ).

Zwischen dem systolischen und diastolischen Blutdruck und dem BMI zeigte sich in der Gesamtpopulation eine signifikante Beziehung (systolischer BD:  $r = 0.32$ ,  $p < 0.0001$ , diastolischer Blutdruck  $r = 0.27$ ,  $p = 0.0005$ ).

Es zeigte sich kein Unterschied in der Salzausscheidung zwischen Teilnehmern die nach ihren eigenen Angaben versuchen ihren Salzkonsum zu begrenzen und einzuschränken («Einschränker») und jenen die den Salzkonsum nicht begrenzen und nicht einschränken («Nicht-Einschränker») ( $8.2 \pm 0.4$  g/d vs.  $8.9 \pm 0.4$  g/d,  $r = 0.08$ ,  $p = 0.28$ ).

Die mittlere 24h-Urin-Kortisolausscheidung in der Gesamtpopulation betrug  $172 \pm 5.8$  µg/d. Bei den Frauen war die 24h-Kortisolausscheidung  $142.9 \pm 7.9$  µg, bei den Männern  $198.3 \pm 7.5$  µg ( $p < 0.0001$ ). Die Kortisolausscheidung (µg/d) korrelierte mit der fettfreien Masse ( $r = 0.28$ ,  $p = 0.0003$ ) und Muskelmasse (kg) ( $r = 0.28$ ,  $p = 0.0004$ ). Die Kortisolausscheidung (µg/d) korrelierte mit dem systolischen Blutdruck ( $r = 0.2$ ,  $p = 0.009$ ).

Zwischen der Kortisolausscheidung pro Tag (µg/d) und der Salzausscheidung (g/d) zeigte sich eine signifikante Beziehung ( $r = 0.48$ ,  $p < 0.0001$ , Abbildung 3). In der Multivariaten Analyse waren die Salzausscheidung im 24h Urin ( $p < 0.001$ ) und das Geschlecht ( $p < 0.001$ ) die einzigen signifikanten Determinanten der 24h-Kortisolausscheidung.

Zwischen der Salzaufnahme und der Anzahl Tage pro Woche in denen durchschnittlich Fleisch gegessen wurde zeigte sich keine Beziehung. Die Salzzufuhr war je nach Anzahl der täglichen Konsumportionen Früchte und/oder Gemüse

unterschiedlich. Ein hoher Konsum an Früchten und Gemüse war mit einer höheren Salzausscheidung (-Zufuhr) verbunden ( $r = 0.26$ ,  $p = 0.02$ , Tabelle 14, 15 & 16).

Zwischen der Kaliumausscheidung (mmol) und der Salzausscheidung (g/d) zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang ( $r = 0.46$ ,  $p < 0.0001$ , Abbildung 4).

Zwischen dem systolischen Blutdruck und dem Körperfettanteil (in %) zeigte sich keine signifikante Beziehung ( $r = 0.0036$ ,  $p = 0.96$ ). In der Gesamtpopulation zeigte sich keine signifikante Veränderung der Muskelmasse mit dem Alter (Tabelle 17).

Zwischen BMI ( $\text{kg/m}^2$ ) und Plasma Triglyceriden (mmol/L) zeigte sich eine signifikante Beziehung ( $r = 0.163$ ,  $p = 0.04$ ). Zwischen der fettfreien Masse (kg) und der Salzausscheidung zeigte sich eine signifikante Beziehung ( $r = 0.226$ ,  $p = 0.004$ ).

#### 4.2. FRAUEN

Die Zürcherinnen ( $n = 79$ ) hatten ein Durchschnittsalter von  $47.7 \pm 19.1$  Jahre, eine Grösse von  $164.8 \pm 7.3$  cm, ein Gewicht von  $64.9 \pm 10.3$  kg und einen BMI von  $23.9 \pm 3.9 \text{ kg/m}^2$ .

Der Fettanteil (in %) sowie die Fettmasse (in kg) der Zürcherinnen betrug  $30 \pm 7$  % sowie  $20.2 \pm 7.4$  kg.

Bei den Zürcherinnen betrug der durchschnittliche systolisch Blutdruck  $118.3 \pm 16.7$  mmHg und der durchschnittliche diastolische Blutdruck  $72.1 \pm 9.9$  mmHg.

Bei den Frauen zeigte sich eine signifikante Beziehung zwischen der 24h Natriumausscheidung und dem systolischen Blutdruck ( $r = 0.25$ ,  $p = 0.03$ ).

In Tabelle 18 sind die durchschnittlichen systolischen und diastolischen Blutdruckwerte (Mittelwerte  $\pm$  SEM) für die Zürcherinnen nach Altersdekaden zusammengefasst. In der Gesamtheit der Zürcherinnen nahm der Blutdruck mit zunehmendem Alter zu ( $r = 0.56$ ,  $p < 0.0001$ ). Bei den 18-29 jährigen Zürcherinnen ( $n = 19$ ) betrug der durchschnittliche systolische Blutdruck  $110.5 \pm 2.3$  mmHg und stieg kontinuierlich auf  $136.7 \pm 4.8$  mmHg bei den über 70 jährigen Zürcherinnen ( $n = 13$ ).

Die Salzzufuhr war bei den Zürcherinnen unabhängig vom Zivilstand (Tabelle 10) oder vom Ausbildungsstand (Tabelle 11).

Die Salzzufuhr der Zürcherinnen ohne Medikamenteneinnahme ( $n = 36$ ) betrug (Mittelwert  $\pm$  SEM)  $7.6 \pm 0.5$  g/d und die Salzzufuhr der Zürcherinnen mit Medikamenteneinnahme ( $n = 43$ ) betrug  $7.8 \pm 0.6$  g/d. Probandinnen mit Antihypertensiva-Einnahme hatten dieselbe Salzzufuhr wie Probandinnen ohne Antihypertensiva-Einnahme (Tabelle 12). Probandinnen mit einem erhöhten Blutdruck in der Studie konsumierten gleich viel Salz im Vergleich mit Probandinnen mit Normotonie ( $8.8 \pm 1$  g/d vs  $7.6 \pm 0.4$  g/d, für Unterschied  $p=0.388$ ).

Das Gewicht von Probandinnen mit Antihypertensiva-Einnahme war signifikant höher als von Probandinnen ohne Antihypertensiva-Einnahme. Es besteht eine signifikante Beziehung zwischen dem BMI und einer antihypertensiven Therapie ( $r = 0.4$ ,  $p = 0.0018$ ). Ebenso besteht eine signifikante Beziehung zwischen dem Alter und einer antihypertensiven Therapie ( $r = 0.43$ ,  $p = 0.0004$ ).

Die Zürcherinnen welche beim Auswärtsessen „nachgesalzen“ haben, konsumierten gleich viel Salz wie die «Nicht-Nachsalzer» ( $r = 0.13$ ,  $p = 0.7$ , Tabelle 13). Zwischen der 24h-Salzausscheidung im Urin und der Kaliumausscheidung im 24h-Urin zeigte sich eine signifikante Beziehung ( $r = 0.36$ ,  $p = 0.0012$ ).

Zwischen dem systolischen Blutdruck und dem BMI zeigte sich in der Population der Zürcherinnen keine signifikante Beziehung ( $r = 0.2$ ,  $p = 0.06$ ). Zwischen dem diastolischen Blutdruck und dem BMI zeigte sich bei den Zürcherinnen eine signifikante Beziehung ( $r = 0.25$ ,  $p = 0.03$ ).

Bei den Zürcherinnen zeigte sich keine signifikante Veränderung der Muskelmasse mit dem Alter ( $r = 0.4$ ,  $p = 0.07$ , Tabelle 17).

Zwischen BMI ( $\text{kg/m}^2$ ) und Plasma Triglyceriden ( $\text{mmol/L}$ ) zeigte sich keine signifikante Beziehung ( $r = 0.114$ ,  $p = 0.33$ ). Zwischen der fettfreien Masse ( $\text{kg}$ ) und der Salzausscheidung zeigte sich keine signifikante Beziehung ( $r = 0.003$ ,  $p = 0.98$ ).

Zwischen der Kortisolausscheidung ( $\mu\text{g}$ ) und der Natriumausscheidung ( $\text{mmol}$ ) im 24h-Urin zeigte sich eine signifikante Beziehung ( $r = 0.33$ ,  $p = 0.003$ ).

### 4.3. MÄNNER

Die Zürcher ( $n = 87$ ) hatten ein Durchschnittsalter von  $48.9 \pm 18.9$  Jahre, eine Grösse von  $176.2 \pm 7.5$  cm, ein Gewicht von  $81.9 \pm 14.3$  kg und einen BMI von  $26.4 \pm 4.2$  kg/m<sup>2</sup>.

Der Fettanteil (in %) sowie die Fettmasse (in kg) der Zürcher betrug  $21.5 \pm 6.6$  % sowie  $18.2 \pm 8.1$  kg.

Bei den Zürchern betrug der durchschnittliche systolisch Blutdruck  $130.7 \pm 11.9$  mmHg und der durchschnittliche diastolische Blutdruck  $75.9 \pm 10.1$  mmHg.

Bei den Männern zeigte sich keine signifikante Beziehung zwischen der 24h Natrium-ausscheidung und dem systolischen Blutdruck ( $r = 0.1$ ,  $p = 0.34$ ).

In Tabelle 18 sind die durchschnittlichen systolischen und diastolischen Blutdruckwerte (Mittelwerte  $\pm$  SEM) für die Zürcher nach Altersdekaden zusammengefasst. In der Gesamtpopulation nahm der Blutdruck mit zunehmendem Alter zu ( $r = 0.4$ ,  $p = 0.0131$ ). Bei den 18-29 jährigen Zürchern ( $n = 17$ ) betrug der durchschnittliche systolische Blutdruck  $126.8 \pm 1.8$  mmHg und stieg kontinuierlich auf  $134.3 \pm 3.9$  mmHg bei den über 70 jährigen Zürchern ( $n = 13$ ). Die Salzzufuhr war bei den Zürchern unabhängig vom Zivilstand (Tabelle 10) oder vom Ausbildungsstand (Tabelle 11).

Die Salzzufuhr der Zürcher ohne Medikamenteneinnahme ( $n = 52$ ) betrug  $9.7 \pm 0.6$  g/d (Mittelwert  $\pm$  SEM) und bei Probanden mit Medikamenteneinnahme ( $n = 35$ )  $8.8 \pm 0.7$  g/d ( $p = \text{ns}$ ). Probanden mit Antihypertensiva-Einnahme hatten dieselbe Salzzufuhr wie Probanden ohne Antihypertensiva-Einnahme (Tabelle 12). Probanden mit einem erhöhten Blutdruck in der Studie konsumierten im Vergleich mit Probanden mit Normotonie gleichviel Salz ( $8.8 \pm 0.8$  g/d vs.  $9.8 \pm 0.6$  g/d Salz,  $p$  für Unterschied  $p = 0.39$ ).

Das Gewicht von Probanden mit Antihypertensiva-Einnahme war signifikant höher als von Probanden ohne Antihypertensiva-Einnahme. Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem BMI und einer antihypertensiven Therapie ( $p = 0.0006$ ). Ebenso besteht eine signifikante Beziehung zwischen dem Alter und einer antihypertensiven Therapie ( $p < 0.0001$ ).

Die Zürcher welche beim Auswärtsessen nachgesalzen haben, konsumierten gleich viel Salz als die «Nicht-Nachsalzer» ( $p = 0.11$ , Tabelle 13). Zwischen der 24h-Salzausscheidung im Urin und der Kaliumausscheidung im 24h-Urin zeigte sich eine signifikante Beziehung ( $r = 0.47$ ,  $p < 0.0001$ ).

Zwischen dem systolischen und diastolischen Blutdruck und dem BMI zeigte sich in der Population der Zürcher eine signifikante Beziehung (systolischer Blutdruck:  $r = 0.24$ ,  $p = 0.026$ , diastolischer Blutdruck:  $r = 0.21$ ,  $p = 0.049$ ).

Bei den Zürchern zeigte sich keine signifikante Veränderung der Muskelmasse mit dem Alter ( $r = 0.26$ ,  $p = 0.34$ , Tabelle 17).

Zwischen dem BMI ( $\text{kg/m}^2$ ) und Plasma Triglyceriden ( $\text{mmol/L}$ ) zeigte sich keine signifikante Beziehung ( $r = 0.2$ ,  $p = 0.07$ ). Zwischen der fettfreien Masse ( $\text{kg}$ ) und der Salzausscheidung zeigte sich keine signifikante Beziehung ( $r = 0.13$ ,  $p = 0.25$ ).

Zwischen der Kortisolausscheidung ( $\mu\text{g}$ ) und der Natriumausscheidung ( $\text{mmol}$ ) im 24h-Urin zeigte sich eine signifikante Beziehung ( $r=0.5$ ,  $p < 0.0001$ ).



## 5. DISKUSSION

Die Kenntnis der Salzzufuhr in einer Population ist aus präventivmedizinischen Gründen wichtig, um konkrete Empfehlungen evidenzbasiert zu formulieren. Wieviel Salz der «typische» Zürcher konsumiert, ist nicht bekannt und wird in dieser Studie beantwortet.

Die durchschnittliche Salzzufuhr der Frauen in dieser Studie betrug  $7.8 \pm 3.4$  g/d und  $9.6 \pm 4.3$  g/d bei den Männern ( $p = 0.004$ ). Die Salzzufuhr in dieser Population war bei den Frauen mit jener einer schweizweiten Studie mit über 1000 Teilnehmern praktisch identisch, bei den Männern lagen diese um ca. 1 g tiefer [10]. Die Salzzufuhr in dieser Studie aus dem Kanton Zürich ist in einem ähnlichen Bereich wie aus anderen schweizerischen oder internationalen Studien [13-15]. Die Salzzufuhr bei den Männern in dieser Studie ist tiefer als in anderen Evaluationen, was unter Umständen dadurch bedingt sei könnte, dass in der aktuellen Studie ein grösserer Teil der Probanden eher jünger waren und wohl auch aufgrund der partiellen «Selbstrekrutierung» eher gesundheitsbewusste Freiwillige teilgenommen haben. Auch in unserer Studie stieg die Salzzufuhr mit dem Alter an.

Der Stellenwert des erhöhten Salzkonsums bei Herzinsuffizienz- oder Niereninsuffizienz-Patienten ist ein etabliertes Therapiekonzept und von grosser klinischer Bedeutung. Ob allerdings zur Blutdruckkontrolle auf Populationsebene der Salzkonsum reduziert werden sollte, wird aus verschiedenen Gründen heute nach wie vor kontrovers diskutiert [16-18]. Sicher ist, dass für einen Patienten, welcher eine Hypertonie und entsprechend gleichzeitig auch eine höhere Wahrscheinlichkeit für Salzsensitivität hat, eine Salzrestriktion sinnvoll und angezeigt ist. Es erstaunt, dass in unserer Studie Probanden, welche irgendein Medikament konsumierten, im Vergleich zu jenen die kein Medikament konsumierten, gleich viel Salz konsumierten (zwischen 8 bis 9 g, siehe Tab. 12). Interessanterweise zeigte sich ebenfalls kein Unterschied in der Salzzufuhr bei Patienten, welche Antihypertensiva einnahmen, im Vergleich zu jenen, die keine Antihypertensiva einnahmen (auch hier betrug die Salzausscheidung 8 bis 9 g/Tag, siehe Tab. 12).

Das Unterlassen von Nachsalzen wird immer wieder als wichtige Massnahme zur Kontrolle der Salzzufuhr aufgeführt. In unserer Studie zeigte sich kein Unterschied der Salzzufuhr zwischen Probanden, welche angegeben haben nachzusalzen, und solchen die nicht nachsalzen (siehe Tab. 13). Die Ursache hierfür ist nicht ganz klar, es scheint jedoch, dass die Menge Salz, die tatsächlich durch Nachsalzen auf den Teller kommt, je nach individueller Konstellation sehr unterschiedlich sein kann und auch falsch eingeschätzt werden kann. Des Weiteren weiss man, dass die Grösse der Löcher in einem Salzbehältnis sehr unterschiedlich sein kann und in den letzten Jahren die Grösse der Öffnungen in Salzbehältnissen mit Absicht verkleinert wurde, so dass auch weniger Salz herauskommt [19]. Letztere Massnahme ist wohl

sinnvoller als das Nachsalzen völlig zu verbieten, zumal die Disziplin bezüglich eines Nachsalzverbots sowieso bei den meisten Patienten nicht vorhanden ist.

Wie erwartet zeigte sich auch in unserer Studie eine signifikante Beziehung zwischen der Kaliumausscheidung und der Salzausscheidung (siehe Abbildung 4). Dies unterstreicht die Bedeutung von einer adäquaten Kaliumzufuhr (d. h. aus der Nahrung, nicht durch Kalium-Supplemente) zur «Antagonisierung» einer zu hohen Salzzufuhr. In den gängigen Empfehlungen wird dies in der Regel nicht vorgeschlagen. Ein Mechanismus der protektiven Effekte durch Kalium ist die Förderung der Natriurese durch Kalium [20]. Grundsätzlich wäre es sinnvoller in Empfehlungen eine vermehrte Kaliumzufuhr (durch vermehrten Konsum von Früchten und Gemüse) zu propagieren, als eine Salzrestriktion.

Zwischen der Salzausscheidung pro Tag und der 24h-Kortisolausscheidung zeigte sich eine signifikante Beziehung ( $r = 0,48$ ,  $p < 0.0001$ ). In Einklang mit früheren Beobachtungen scheint ein Zusammenhang zwischen Stressempfinden, Stressreagibilität und der Salzzufuhr zu bestehen [21]. Dies kann mitunter ein Grund sein, dass es schwierig ist, bei vorhandenem Stress eine Salzrestriktion durchzuführen. Diese Beziehung ist interessant und es erstaunt, dass diesbezüglich nicht mehr Studien diese Fragestellung zum Thema haben.

Vor kurzem wurden im New England Journal of Medicine verschiedene Studien zur Bedeutung des Salzkonsums und der pathophysiologischen Bedeutung eines zu hohen Salzkonsums präsentiert. In einer 2014 von A. Mente et al. veröffentlichten Studie zeigte sich zwischen der Salzzufuhr (gemessen mittels 24h-Salzausscheidung) und der 24h-Kaliumausscheidung eine signifikante Beziehung, wie auch in unserer Studienpopulation [22]. In der oben erwähnten Studie zeigte sich, dass ab einer Zufuhr von weniger als 3 g Natrium das kardiovaskuläre Risiko ansteigt, ebenso ab einer Zufuhr über 5 g Natrium. Des Weiteren zeigte sich zwischen der täglichen Natriumzufuhr und dem systolischen Blutdruck eine mehr oder weniger lineare Beziehung. Dabei zeigte sich im tieferen Dosierungsbereich, dass pro Gramm Natrium der systolische Blutdruck um +1.7 mmHg ansteigt, im höheren Zufuhrbereich (bei einer Zufuhr von über 5 g/d) fand sich eine Blutdruckzunahme von 2.6 mmHg pro Gramm Natrium [22]. In dieser Studie, welche ähnliche Resultate zeigt wie die vor bald 30 Jahren durchgeführte «Intersalt-Studie» [3, 23, 24], wurden Daten aus 17 verschiedenen Ländern gepoolt. Um signifikante Beziehungen finden zu können, müssen möglichst viele heterogene Populationen gepoolt werden. Dies überrascht nicht, zumal die Salzzufuhr in diesen Populationen sehr heterogen ist und entsprechend auch aufgrund dieser grossen Unterschiede in der Salzzufuhr (und anderen Aspekten des Lebens) signifikante Beziehungen gefunden werden respektive gefunden werden müssen. In der «Intersalt-Studie» zeigte sich allerdings nach Weglassen von 3 extremen Populationen (wie z. B. die Yanomami-Indianer in Südamerika, respektive eine nicht akkulturierte Gesellschaft in

Papua-Neuguinea) in der statistischen Auswertung keinerlei Beziehung zwischen der täglichen Salzzufuhr und dem Blutdruck [25].

In unserer Studie zeigte sich bei den Männern (im Gegensatz zu den Frauen) keine signifikante Beziehung zwischen der Salzzufuhr und dem Blutdruck. Der Grund für diesen Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern ist unklar, dürfte allenfalls auch dadurch bedingt sein, dass die Salzzufuhr bei den Frauen relativ gering war. Ferner lässt sich vermuten, dass die weiblichen Probanden aufgrund ihres auffallend geringen Gewichtes (Medianer BMI 24.0 kg/m<sup>2</sup>) kaum salzsensitiv waren. Wie zu erwarten zeigte sich jedoch für den Körpermassindex (BMI, body mass index in kg/m<sup>2</sup>) und den Blutdruck eine relevante Beziehung.

Das Körpergewicht ist eine wichtige Determinante der Salzsensitivität. Entsprechend muss die Frage aufgeworfen werden, ob denn nicht eine Reduktion des Körpergewichtes für die Blutdruckkontrolle relevanter wäre als weitere Dekaden über eine Salzrestriktion zu forschen. Die internationale Literatur und die Resultate dieser Studie unterstützen letzteren Schluss [26, 27].

Die Beziehung zwischen dem Alter und dem Blutdruck ist je nach Population sehr unterschiedlich: In nicht, oder respektive nur mässig akkulturierten Gesellschaftsformen (wie z.B. in Mali) zeigt sich zwischen dem Alter und dem Blutdruck keine Beziehung. Die sogenannten Blutdruckkanäle verlaufen in diesen Populationen über alle Altersklassen hinweg horizontal. In unserer modernen Gesellschaft ist jedoch der «altersbedingte» Blutdruckanstieg ein typisches normales «Alterungsphänomen» [10, 28]. Dies wird mitunter durch zunehmende Gefässsteifigkeit mit dem Alter und anderen Faktoren erklärt oder auch z. T. durch die erhöhte Salzzufuhr. Mit dem Salzkonsum haben diese physiologischen Altersveränderungen nur indirekt zu tun. Wir wissen aus der Framingham Studie, dass ca. 60-70 % des Blutdruckanstieges mit dem Alter durch einen Anstieg des Körpergewichtes erklärt werden können. Ein erhöhtes Körpergewicht ist neben dem Alter eine der wichtigsten Determinanten der Salzsensitivität [20]. Ein geringeres Körpergewicht respektive eine Reduktion des Körpergewichtes führt zu einer Abnahme der Salzsensitivität. Individuen mit einem geringeren Körpergewicht haben entsprechend weniger oder gar keine Blutdruckveränderung nach Einnahme von Salz.

Die vielen verschiedenen, zum Teil konträren Daten über die Beziehung zwischen Salz und Blutdruck in der Literatur verwirren nicht nur den Laien, sondern auch den Spezialisten. So zeigte sich in einer methodologisch einwandfrei durchgeführten Studie durch O'Donnell et al. [29] ein Zusammenhang zwischen der Zufuhr an Salz und dem Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse. Interessanterweise zeigte sich der Nadir dieser Beziehung bei einer Natriumzufuhr von ca. 4 bis 6 g (entsprechend ca. 10 - 15.2 g Salz pro Tag). Unterhalb dieses Bereichs, respektive oberhalb dieses Bereichs kommt es zu einem Anstieg des kardiovaskulären Risikos. Diese Studie ist

in mehrfacher Hinsicht interessant, insbesondere auch in Zusammenhang mit der Frage, ob es hierfür eine physiologische Erklärung gibt? Zumal in den meisten Studien viele zum Teil sehr unterschiedliche Populationen zusammengemixt werden, können wir eine interessante Studie aus dem Jahre 2013 von McCarron et al. [30] beiziehen. Dabei handelt es sich um eine Querschnittsuntersuchung bei gesunden Teilnehmern aus 129 verschiedenen Studien ( $n = 50'060$ ). In dieser Studie zeigte sich eine mittlere Salzzufuhr (erfasst mittels 24h-Natriumexkretion) von  $158.3 \pm 22.5$  mmol/d Natrium (dies entspricht 3641 mg/d Natrium). Die Spannweite der Zufuhr an Salz in dieser Studie war entsprechend zwischen 6.5 bis 12.1 g NaCl. Die Autoren postulieren, dass die Zufuhrmenge von gut 3641 mg Natrium pro Tag eine durch die Evolution bedingte «physiologische» (normale) Zufuhrmenge darstellt. Tatsächlich ist es so, dass bei einer Salzzufuhr von ca. 156 mmol Natrium pro Tag die Plasmarenin-Aktivität in Abhängigkeit von der Salzzufuhr asymptotisch wird, d. h. dass eine weitere Erhöhung der Salzzufuhr kaum in einer Änderung der Plasmarenin-Konzentration resultiert. Ein Unterschreiten dieses Wertes resultiert jedoch in einem Anstieg des Plasmarenins und somit des kardiovaskulären Risikos [31]. Die 156 mmol Natrium pro Tag entsprechen 3.58 g Natrium, respektive 8.95 g NaCl. Wenn wir nun wieder zurück zu unserer Studie gehen, sehen wir, dass unsere Studienpopulation genau diese Menge Natrium zuführt, bei der das Plasmarenin «physiologischerweise» tief ist und ein asymptotisches Verhalten zeigt (also kaum mehr weiter abfallen kann). Man kann sogar spekulieren, diese Zufuhrmenge als «kardioprotektiv» zu bezeichnen.

Was ist die klinische Relevanz von diesem physiologischen Zusammenhang? In verschiedenen Studien wurde gezeigt, dass unabhängig von den vorhandenen Risikoprofilen eine signifikante Beziehung zwischen der Höhe des Plasmarenins und dem Myokardinfarktrisiko besteht [31]. Auch die Inzidenz an Ereignissen bei stabilen KHK-Patienten ist bei jenen mit hohen Plasmareninwerten signifikant höher als bei jenen mit tiefen Plasmawerten; dieselbe Konstellation zeigt sich bei KHK-Patienten, welche koronarangiographisch gesicherte Koronarläsionen aufweisen [31-33]. Eine tiefe Renin-Plasmakonzentration wäre also eine wünschenswerte protektive Konstellation.

Eine zentrale Frage ist, ob diese Studie repräsentativ für die gesamte Bevölkerung des Kanton Zürich oder sogar der Schweiz ist. Obwohl die initiale Telefon- resp. Adressliste der potentiellen TeilnehmerInnen der Studie statistisch korrekt herausgesucht wurde, ist diese Studie (aber auch die grössere BAG Salzstudie) für die Bevölkerung nicht repräsentativ. Es wurden nur Personen mit einem Swisscom Festnetzanschluss als potentielle Teilnehmer identifiziert. Die Rücklaufquote war nur knapp über 7% und muss als eine schlechte Rücklaufquote bezeichnet werden. Die zweite Rekrutierungsstrategie mit Aushängen an verschiedenen Orten hat geholfen die Anzahl Teilnehmer zu erhöhen, ist aber auch nicht repräsentativ. Die Salzzufuhr unterliegt einer grossen täglichen Variabilität, sodass eine mehrtägige 24h-Urinsammlung notwendig wäre, um repräsentative Daten zu erheben. Die Daten

deuten darauf hin, dass wir wohl eher gesundheitsbewusstere Individuen angesprochen und rekrutiert haben, zumal auch das durchschnittliche Körpergewicht nur leicht erhöht war. Trotz diesen Negativaspekten bezüglich Repräsentativität ist die hier vorliegende Studie von grosser Bedeutung: Einerseits zeigen die Daten, dass die Salzzufuhr der Zürcher nicht so exorbitant hoch ist, wie verschiedentlich postuliert wurde. Ferner konnten wir bestätigen, dass es doch Subgruppen in der Population gibt (z.B. Hypertoniker), die in ihrem Salzkonsumverhalten noch Verbesserungspotential aufweisen.

Unsere Studie zeigt, dass die Zufuhr an Salz in unserer Zürcher Population über den aktuellen Empfehlungen verschiedenster Gremien liegt, allerdings in einem Bereich, der theoretisch ein physiologisch eher kardioprotektives Muster der Reninplasma-Konzentration induziert. Auch unsere Studie kann keine Klärung über die ideale Zufuhrmenge an Salz geben, allerdings erscheint es, dass unsere Population in Einklang mit der evolutionsmedizinisch verankerten Physiologie eine im Grunde genommen «normale Salzzufuhr» hat und es keine Veranlassung zur Besorgnis gibt. Die Studie zeigt, dass sich die Zürcher Population nicht mit Salz vergiftet oder umbringt.

## 6. LITERATURVERZEICHNIS

1. Magometschnigg, D., et al., *Klassifikation, Diagnostik und Therapie der Hypertonie, 2007 – Empfehlungen der Österreichischen Gesellschaft für Hypertensiologie*. Journal für Hypertonie - Austrian Journal of Hypertension, 2007: p. 5.
2. Dorner, T. and A. Rieder, *Epidemiologische Daten zur Hypertonie*. Journal für Hypertonie - Austrian Journal of Hypertension. **02/2004**: p. 6.
3. Elliott, P., *The INTERSALT study: an addition to the evidence on salt and blood pressure, and some implications*. J Hum Hypertens, 1989. **3**(5): p. 289-98.
4. Rose, G. and J. Stamler, *The INTERSALT study: background, methods and main results*. INTERSALT Co-operative Research Group. J Hum Hypertens, 1989. **3**(5): p. 283-8.
5. Middeke, M., *Arterielle Hypertonie*. 1 ed. 2005: Georg Thieme Verlag. p. 204-205.
6. Priv. Doz. Dr. Christoph Schwarz Innere Medizin III, *Herzinsuffizienz und Niereninsuffizienz*. Wiener Klinisches Magazin, 2009. **04/2009**.
7. Chiolero, A., G. Würzner, and M. Burnier, *Die renalen Determinanten der Salzsensitivität des Blutdrucks*. J Nephrol Team, 2005. **01/2005**: p. 7.
8. Eidgenössisches Departement des Innern, (EDI), Bundesamt für Gesundheit, (BAG), and Direktionsbereich Verbraucherschutz, *Salz Strategie 2008 – 2012, Strategiepapier zur Reduktion des Kochsalzkonsums* 2009.
9. Keller Ulrich, [et al.], *Vierter Schweizerischer Ernährungsbericht*, Bundesamt für Gesundheit, (BAG), Editor. 1998: Bern. p. 649.
10. Chappuis, A., et al., *Swiss survey on salt intake: main results*. 2011: p. 32.
11. Suter, P.M., *Checkliste Ernährung*. Vol. 3. 2008: Thieme-Verlag.
12. Prof. Markus G. Manz and Prof. Arnold von Eckardstein, *Vademecum* 2012. 2011: p. 353.
13. Elliott, P. and I. Brown, *Sodium intakes around the world*. 2006: p. 85.
14. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, BMEL, *Salzkonsum in Deutschland*. 2008-2011.
15. Busch, J., et al., *Salt reduction and the consumer perspective*. New Food, 2010. **2/10**: p. 36-39.
16. Middeke, M., *Arterielle Hypertonie*. 2005: Georg Thieme Verlag.
17. Graudal, N. and G. Jurgens, *Dietary salt reductions and cardiovascular disease*. N Engl J Med, 2010. **362**(23): p. 2225-6.
18. Knorpp, L. and A. Kroke, *Salzreduktion als bevölkerungsbezogene Präventionsmaßnahme, Teil 2 – Evidenz zum blutdrucksenkenden Effekt einer reduzierten Salzzufuhr*. Ernährungs Umschau, 2010. **7/10**: p. 357-363.
19. Farleigh, C.A., R. Shepherd, and S.G. Wharf, *The effect of manipulation of salt pot hole size on table salt use*. Food Quality and Preference, 1990. **2**(1): p. 13-20.
20. Suter, P.M. and D. Conen, *Salz und Ernährung*. Schweiz Med Forum, 2014. **14**(9): p. 168-170.
21. Wong, K.S., et al., *Effects of cortisol on blood pressure and salt preference in normal humans*. Clin Exp Pharmacol Physiol, 1993. **20**(2): p. 121-6.

22. Mente, A., et al., *Association of urinary sodium and potassium excretion with blood pressure*. N Engl J Med, 2014. **371**(7): p. 601-11.
23. Stamler, J., *The INTERSALT Study: background, methods, findings, and implications*. The American Journal of Clinical Nutrition., 1997.
24. Elliott, P., A. Dyer, and R. Stamler, *The INTERSALT study: results for 24 hour sodium and potassium, by age and sex*. INTERSALT Co-operative Research Group. J Hum Hypertens, 1989. **3**(5): p. 323-30.
25. Rosenthal, J. and R. Kolloch, *Arterielle Hypertonie*. 2004: Springer Verlag.
26. Das, R.K. and A. Nessa, *Blood pressure in different levels of BMI*. Mymensingh Med J, 2013. **22**(4): p. 699-705.
27. Middeke, M., *Arterielle Hypertonie*. 2005: Georg Thieme Verlag. p. 101-102.
28. Robert Koch Institut, Statistisches Bundesamt, *Hypertonie*. Gesundheitsberichterstattung des Bundes, 2008. **Heft 43**: p. 38.
29. O'Donnell, M.J., et al., *Urinary sodium and potassium excretion and risk of cardiovascular events*. JAMA, 2011. **306**(20): p. 2229-38.
30. McCarron, D.A., et al., *Normal range of human dietary sodium intake: a perspective based on 24-hour urinary sodium excretion worldwide*. Am J Hypertens, 2013. **26**(10): p. 1218-23.
31. Alderman, M.H., et al., *Plasma renin activity: a risk factor for myocardial infarction in hypertensive patients*. Am J Hypertens, 1997. **10**(1): p. 1-8.
32. Tomaschitz, A., et al., *Associations of plasma renin with 10-year cardiovascular mortality, sudden cardiac death, and death due to heart failure*. Eur Heart J, 2011. **32**(21): p. 2642-9.
33. Verbovaia, N.I., *Characteristics of the course of hypertension in relation to on plasma renin activity*. Kardiologija, 1977. **17**(10): p. 41-5.

## 7. ANHANG

Tabellen      1 - 19

Seite    25 - 43

Abbildungen    1 - 4

Seite    44 - 47



**Tabelle 1:** Antropometrische und andere Charakteristika der 18-29 jährigen Studienteilnehmer (Mittelwerte  $\pm$  Standartabweichung (SD))

Parameter	Gesamtpopulation (n=36)	Zürcherinnen (n=19)	Zürcher (n=17)
<b>Alter (Jahre)</b>	24.8 $\pm$ 3.3	25.7 $\pm$ 3.1	23.8 $\pm$ 3.4
<b>Grösse (cm)</b>	172.8 $\pm$ 6.4	168 $\pm$ 4.7	178.2 $\pm$ 6.4
<b>Gewicht (kg)</b>	70.6 $\pm$ 11.7	66.6 $\pm$ 11.9	75.2 $\pm$ 9.8
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	23.6 $\pm$ 3.3	23.6 $\pm$ 4	23.6 $\pm$ 2.4
<b>Fettanteil (%)</b>	21.7 $\pm$ 9	28.5 $\pm$ 6.7	14.1 $\pm$ 3.2
<b>Fettanteil (kg)</b>	15.4 $\pm$ 7.5	19.7 $\pm$ 7.8	10.6 $\pm$ 3.1
<b>Systolischer BD (mmHg)</b>	118.2 $\pm$ 12.4	110.5 $\pm$ 10.1	126.8 $\pm$ 8.4
<b>Diastolischer BD (mmHg)</b>	71.4 $\pm$ 7.4	70.5 $\pm$ 8	72.4 $\pm$ 6.8
<b>Herzfrequenz (Schläge/min)</b>	71.8 $\pm$ 9.5	72.9 $\pm$ 9.6	70.7 $\pm$ 9.4
<b>Salzkonsum (g)</b>	8.3 $\pm$ 3.6	7.8 $\pm$ 3.2	8.9 $\pm$ 3.9
<b>Urin Kalium (mmol/24h)</b>	65.3 $\pm$ 23.9	60.9 $\pm$ 18.8	70.2 $\pm$ 28.3
<b>Kreatinin im Serum (umol/l)</b>	77.4 $\pm$ 14.1	70.4 $\pm$ 9.9	85.1 $\pm$ 14.2
<b>Urinvolumen (ml/24h)</b>	2111 $\pm$ 897	2252 $\pm$ 1040	1953 $\pm$ 702
<b>Sammelzeit (h)</b>	24 $\pm$ 0.2	24 $\pm$ 0	24.1 $\pm$ 0.2
<b>Gehzeit (min/24h)</b>	43.7 $\pm$ 46.1	46.1 $\pm$ 49.2	41.2 $\pm$ 43.7

Tabelle 2: Antropometrische und andere Charakteristika der 30-39 jährigen Studienteilnehmer (Mittelwerte  $\pm$  SD)

Parameter	Gesamtpopulation (n=34)	Zürcherinnen (n=16)	Zürcher (n=18)
<b>Alter (Jahre)</b>	33.8 $\pm$ 2.9	34.1 $\pm$ 3.1	33.6 $\pm$ 2.8
<b>Grösse (cm)</b>	175.1 $\pm$ 9.3	167.6 $\pm$ 6.1	181.8 $\pm$ 6.1
<b>Gewicht (kg)</b>	74.2 $\pm$ 13.7	65 $\pm$ 9.7	82.4 $\pm$ 11.5
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	24.1 $\pm$ 3.2	23.2 $\pm$ 3.6	24.9 $\pm$ 2.7
<b>Fettanteil (%)</b>	23.6 $\pm$ 7.3	28.8 $\pm$ 7.2	18.9 $\pm$ 3.2
<b>Fettanteil (kg)</b>	17.4 $\pm$ 5.7	19.7 $\pm$ 7	15.7 $\pm$ 3.8
<b>Systolischer BD (mmHg)</b>	118.6 $\pm$ 11.9	113 $\pm$ 14.1	123.7 $\pm$ 6.7
<b>Diastolischer BD (mmHg)</b>	73.4 $\pm$ 8.6	72.2 $\pm$ 10.7	74.4 $\pm$ 6.3
<b>Herzfrequenz (Schläge/min)</b>	71 $\pm$ 8.9	73.6 $\pm$ 6.7	68.7 $\pm$ 10.2
<b>Salzkonsum (g)</b>	8.9 $\pm$ 4.1	7.3 $\pm$ 2.6	10.2 $\pm$ 4.7
<b>Urin Kalium (mmol/24h)</b>	71.3 $\pm$ 27.8	61.7 $\pm$ 16	79.8 $\pm$ 33.4
<b>Kreatinin im Serum (<math>\mu</math>mol/l)</b>	76.1 $\pm$ 14.6	64.4 $\pm$ 10	86.4 $\pm$ 9.3
<b>Urinvolumen (ml/24h)</b>	2296 $\pm$ 809	2430 $\pm$ 607	2177 $\pm$ 956
<b>Sammelzeit (h)</b>	24.1 $\pm$ 0.2	24 $\pm$ 0	24.1 $\pm$ 0.2
<b>Gehzeit (min/24h)</b>	38.4 $\pm$ 40.1	40.6 $\pm$ 55.8	36.4 $\pm$ 19.1

Tabelle 3: Antropometrische und andere Charakteristika der 40-49 jährigen Studienteilnehmer (Mittelwerte  $\pm$  SD)

Parameter	Gesamtpopulation (n=14)	Zürcherinnen (n=6)	Zürcher (n=8)
<b>Alter (Jahre)</b>	45.2 $\pm$ 2.6	46 $\pm$ 2.7	44.6 $\pm$ 2.5
<b>Grösse (cm)</b>	167.7 $\pm$ 14.9	156.3 $\pm$ 13.4	176.3 $\pm$ 9.6
<b>Gewicht (kg)</b>	74 $\pm$ 19.4	61.6 $\pm$ 11.7	83.4 $\pm$ 19.2
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25.4 $\pm$ 4.7	23.6 $\pm$ 3.9	26.7 $\pm$ 5.1
<b>Fettanteil (%)</b>	25.1 $\pm$ 7.4	28.2 $\pm$ 8.4	22.9 $\pm$ 6.2
<b>Fettanteil (kg)</b>	19.1 $\pm$ 8.3	18.1 $\pm$ 8.6	19.9 $\pm$ 8.5
<b>Systolischer BD (mmHg)</b>	123.6 $\pm$ 14.1	111 $\pm$ 5.1	133.1 $\pm$ 10.8
<b>Diastolischer BD (mmHg)</b>	78.9 $\pm$ 8.5	73.1 $\pm$ 5.2	83.2 $\pm$ 8
<b>Herzfrequenz (Schläge/min)</b>	78.5 $\pm$ 9.3	74.2 $\pm$ 5.2	81.6 $\pm$ 10.7
<b>Salzkonsum (g)</b>	8.6 $\pm$ 4.2	7.8 $\pm$ 3.2	9.2 $\pm$ 5
<b>Urin Kalium (mmol/24h)</b>	71.5 $\pm$ 21.4	77.1 $\pm$ 20.6	67.3 $\pm$ 22.4
<b>Kreatinin im Serum (<math>\mu</math>mol/l)</b>	83.9 $\pm$ 22.7	91.7 $\pm$ 31.6	78.1 $\pm$ 12.5
<b>Urinvolumen (ml/24h)</b>	2185 $\pm$ 862	2317 $\pm$ 1025	2086 $\pm$ 777
<b>Sammelzeit (h)</b>	24.5 $\pm$ 1.9	25.2 $\pm$ 2.9	24 $\pm$ 0
<b>Gehzeit (min/24h)</b>	55.4 $\pm$ 37.5	47.5 $\pm$ 38.4	61.2 $\pm$ 38.3

Tabelle 4: Antropometrische und andere Charakteristika der 50-59 jährigen Studienteilnehmer (Mittelwerte  $\pm$  SD)

Parameter	Gesamtpopulation (n=29)	Zürcherinnen (n=15)	Zürcher (n=14)
<b>Alter (Jahre)</b>	53.8 $\pm$ 2.8	53.7 $\pm$ 2.9	53.9 $\pm$ 2.9
<b>Grösse (cm)</b>	169.7 $\pm$ 6.7	166.8 $\pm$ 5.8	172.8 $\pm$ 6.4
<b>Gewicht (kg)</b>	74.6 $\pm$ 14.2	64 $\pm$ 5.3	85.9 $\pm$ 11.8
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25.8 $\pm$ 4	23 $\pm$ 1.9	28.7 $\pm$ 3.4
<b>Fettanteil (%)</b>	27.2 $\pm$ 4.4	28.5 $\pm$ 3.9	25.7 $\pm$ 4.4
<b>Fettanteil (kg)</b>	20.3 $\pm$ 5.5	18.3 $\pm$ 3.4	22.4 $\pm$ 6.5
<b>Systolischer BD (mmHg)</b>	128.6 $\pm$ 18.2	123.4 $\pm$ 19.8	134.3 $\pm$ 15
<b>Diastolischer BD (mmHg)</b>	78.1 $\pm$ 13.2	75.1 $\pm$ 12.1	81.3 $\pm$ 14
<b>Herzfrequenz (Schläge/min)</b>	72.6 $\pm$ 8.2	70.7 $\pm$ 8.1	74.7 $\pm$ 8
<b>Salzkonsum (g)</b>	9.3 $\pm$ 4	8.6 $\pm$ 3.1	9.9 $\pm$ 4.7
<b>Urin Kalium (mmol/24h)</b>	72.8 $\pm$ 24.6	68.2 $\pm$ 23.3	77.6 $\pm$ 25.9
<b>Kreatinin im Serum (umol/l)</b>	80.6 $\pm$ 18.2	74.3 $\pm$ 16.9	87.5 $\pm$ 17.6
<b>Urinvolumen (ml/24h)</b>	2155 $\pm$ 675	2322 $\pm$ 681	1976 $\pm$ 644
<b>Sammelzeit (h)</b>	24 $\pm$ 0.4	24 $\pm$ 0	23.9 $\pm$ 0.6
<b>Gehzeit (min/24h)</b>	65.2 $\pm$ 96.7	49.3 $\pm$ 39.2	82.2 $\pm$ 133.7

Tabelle 5: Antropometrische und andere Charakteristika der 60-69 jährigen Studienteilnehmer (Mittelwerte  $\pm$  SD)

Parameter	Gesamtpopulation (n=27)	Zürcherinnen (n=10)	Zürcher (n=17)
<b>Alter (Jahre)</b>	64.6 $\pm$ 2.7	64.3 $\pm$ 2.6	64.8 $\pm$ 2.9
<b>Grösse (cm)</b>	170.7 $\pm$ 8.2	163 $\pm$ 6.1	175.3 $\pm$ 5.4
<b>Gewicht (kg)</b>	78.7 $\pm$ 15.9	66.4 $\pm$ 10.6	86 $\pm$ 14
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	27.4 $\pm$ 4.4	26 $\pm$ 4.4	28.3 $\pm$ 4.3
<b>Fettanteil (%)</b>	28.3 $\pm$ 7.4	33.7 $\pm$ 7.7	25.4 $\pm$ 5.6
<b>Fettanteil (kg)</b>	23 $\pm$ 7.9	23.5 $\pm$ 8.1	22.8 $\pm$ 8.1
<b>Systolischer BD (mmHg)</b>	127.5 $\pm$ 15	114.6 $\pm$ 9.7	135.1 $\pm$ 12.1
<b>Diastolischer BD (mmHg)</b>	75.8 $\pm$ 8.8	70.6 $\pm$ 7.5	78.8 $\pm$ 8.2
<b>Herzfrequenz (Schläge/min)</b>	71.5 $\pm$ 13.4	73.8 $\pm$ 7.1	70.2 $\pm$ 16.1
<b>Salzkonsum (g)</b>	8.3 $\pm$ 4.2	6.5 $\pm$ 4.3	9.4 $\pm$ 3.8
<b>Urin Kalium (mmol/24h)</b>	78.8 $\pm$ 31.1	69.5 $\pm$ 22.5	84.3 $\pm$ 34.7
<b>Kreatinin im Serum (<math>\mu</math>mol/l)</b>	80.7 $\pm$ 18.4	79.7 $\pm$ 15.3	81.2 $\pm$ 20.4
<b>Urinvolumen (ml/24h)</b>	2092 $\pm$ 1043	1685 $\pm$ 880	2331 $\pm$ 1080
<b>Sammelzeit (h)</b>	24.8 $\pm$ 4.3	23.8 $\pm$ 0.6	25.4 $\pm$ 5.3
<b>Gehzeit (min/24h)</b>	41.8 $\pm$ 29.5	32.5 $\pm$ 26.4	47.3 $\pm$ 30.6

Tabelle 6: Antropometrische und andere Charakteristika der über 70 jährigen Studienteilnehmer (Mittelwerte  $\pm$  SD)

Parameter	Gesamtpopulation (n=26)	Zürcherinnen (n=13)	Zürcher (n=13)
<b>Alter (Jahre)</b>	77.3 $\pm$ 6.5	77.8 $\pm$ 7.1	76.8 $\pm$ 6.2
<b>Grösse (cm)</b>	165.3 $\pm$ 8.3	159.8 $\pm$ 4.7	170.8 $\pm$ 7.5
<b>Gewicht (kg)</b>	71.7 $\pm$ 18.4	64 $\pm$ 12.9	79.3 $\pm$ 20.3
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	26.3 $\pm$ 5.2	25.6 $\pm$ 5	26.9 $\pm$ 5.5
<b>Fettanteil (%)</b>	28.9 $\pm$ 9.1	33.9 $\pm$ 8.1	24.3 $\pm$ 7.7
<b>Fettanteil (kg)</b>	21.6 $\pm$ 10.2	23.2 $\pm$ 9.9	20.3 $\pm$ 10.6
<b>Systolischer BD (mmHg)</b>	135.5 $\pm$ 15.6	136.7 $\pm$ 17.4	134.3 $\pm$ 14.1
<b>Diastolischer BD (mmHg)</b>	70.2 $\pm$ 11.3	71.6 $\pm$ 12.3	68.8 $\pm$ 10.5
<b>Herzfrequenz (Schläge/min)</b>	67.5 $\pm$ 11	68.2 $\pm$ 8.5	66.8 $\pm$ 13.4
<b>Salzkonsum (g)</b>	9.1 $\pm$ 4.3	8.6 $\pm$ 4.3	9.6 $\pm$ 4.5
<b>Urin Kalium (mmol/24h)</b>	68.4 $\pm$ 21.4	69.7 $\pm$ 22.4	67 $\pm$ 21
<b>Kreatinin im Serum (<math>\mu</math>mol/l)</b>	82.5 $\pm$ 22.3	76 $\pm$ 15.3	89.1 $\pm$ 26.7
<b>Urinvolumen (ml/24h)</b>	2075 $\pm$ 889	2142 $\pm$ 947	2008 $\pm$ 859
<b>Sammelzeit (h)</b>	24.1 $\pm$ 0.3	24.1 $\pm$ 0.4	24 $\pm$ 0
<b>Gehzeit (min/24h)</b>	54.6 $\pm$ 47.3	65 $\pm$ 64.3	44.2 $\pm$ 17.1

Tabelle 7: Alters- und Geschlechtsverteilung

Alter	Total (n)	Total (%)	Zürcher- innen (n)	Zürcher- innen (%)	Zürcher (n)	Zürcher (%)
<b>18-29j</b>	36	21.7	19	11.4	17	10.2
<b>30-39j</b>	34	20.5	16	9.6	18	10.8
<b>40-49j</b>	14	8.4	6	3.6	8	4.8
<b>50-59j</b>	29	17.5	15	9	14	8.4
<b>60-69j</b>	27	16.3	10	6	17	10.2
<b>&gt; 70j</b>	26	15.7	13	7.8	13	7.8
<b>Total</b>	166	100	79	47.6	87	52.4

Tabelle 8: Antropometrische und andere Charakteristika der Gesamtpopulation (Mittelwerte  $\pm$  SD)

	Gesamtpopulation (n=166)	Zürcherinnen (n= 79)	Zürcher (n=87)
<b>Alter (Jahre)</b>	48.3 $\pm$ 19	47.7 $\pm$ 19.1	48.9 $\pm$ 18.9
<b>Grösse (cm)</b>	170.8 $\pm$ 9.3	164.8 $\pm$ 7.3	176.2 $\pm$ 7.5
<b>Gewicht (kg)</b>	73.8 $\pm$ 15.1	64.9 $\pm$ 10.3	81.9 $\pm$ 14.3
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25.2 $\pm$ 4.2	24.0 $\pm$ 3.9	26.4 $\pm$ 4.2
<b>Fettanteil (%)</b>	25.5 $\pm$ 8	30 $\pm$ 7	21.5 $\pm$ 6.6
<b>Fettanteil (kg)</b>	19.1 $\pm$ 7.8	20.2 $\pm$ 7.4	18.2 $\pm$ 8.1
<b>Syst. BD (mmHg)</b>	124.8 $\pm$ 15.6	118.3 $\pm$ 16.7	130.7 $\pm$ 11.9
<b>Diast. BD (mmHg)</b>	74.1 $\pm$ 10.1	72.1 $\pm$ 9.9	75.9 $\pm$ 10.1
<b>Herzfrequenz (bpm)</b>	72.2 $\pm$ 13.2	72 $\pm$ 8	71.3 $\pm$ 12.1
<b>Salzkonsum (g)</b>	8.5 $\pm$ 3.9	7.8 $\pm$ 3.4	9.6 $\pm$ 4.3



Tabelle 9: Systolische und diastolische BD-Mittelwerte (mmHg) der Visite 1 und 2 sowie gemittelt aus Visite 1+2 nach Dekaden (Mittelwerte  $\pm$  SEM)

Alter	Anzahl	Systolischer BD Visite 1	Systolischer BD Visite2	Gemittelter systolischer BD Visite 1+2	Diastolischer BD Visite 1	Diastolischer BD Visite 2	Gemittelter diastolischer BD Visite 1+2
<b>18-29 jährig</b>	36	118 $\pm$ 2.4	118.4 $\pm$ 2.4	118.2 $\pm$ 2.1	71.5 $\pm$ 1.7	71.3 $\pm$ 1.7	71.4 $\pm$ 1.2
<b>30-39 jährig</b>	33	119.6 $\pm$ 2.3	116.8 $\pm$ 2.5	118.2 $\pm$ 2.1	74.3 $\pm$ 1.8	72.5 $\pm$ 1.8	73.4 $\pm$ 1.5
<b>40-49 jährig</b>	14	125.2 $\pm$ 3.8	122.1 $\pm$ 3.8	123.6 $\pm$ 3.8	79.9 $\pm$ 2.7	77.8 $\pm$ 2.7	78.9 $\pm$ 2.3
<b>50-59 jährig</b>	29	130.2 $\pm$ 3.6	127.1 $\pm$ 2.6	128.6 $\pm$ 3.4	79.7 $\pm$ 1.9	76.4 $\pm$ 1.9	78.1 $\pm$ 2.5
<b>60-69 jährig</b>	28	129.3 $\pm$ 3.3	126.2 $\pm$ 2.7	127.7 $\pm$ 2.8	77.2 $\pm$ 1.9	74.2 $\pm$ 1.9	75.7 $\pm$ 1.6
<b>Über 70 jährig</b>	26	138.8 $\pm$ 3.4	132.2 $\pm$ 2.8	135.5 $\pm$ 3.1	72.8 $\pm$ 2	67.6 $\pm$ 2	70.2 $\pm$ 2.2

Tabelle 10: Salzkonsum (g/d) gemäss Zivilstand ( Mittelwerte  $\pm$  SEM)

Zivilstand	Total	Salzkonsum	Frauen	Salzkonsum	Männer	Salzkonsum
	Anzahl	(g/d)	Anzahl	(g/d)	Anzahl	(g/d)
<b>Geschieden / getrennt</b>	18	7.9 $\pm$ 0.9	11	7.7 $\pm$ 1.3	7	8.2 $\pm$ 1.5
<b>Ledig</b>	77	8.8 $\pm$ 0.4	41	7.9 $\pm$ 0.4	36	9.9 $\pm$ 0.7
<b>Verheiratet</b>	57	8.8 $\pm$ 0.5	16	7.6 $\pm$ 1.0	41	9.3 $\pm$ 0.7
<b>Verwitwet</b>	14	7.2 $\pm$ 1.0	11	7.0 $\pm$ 1.2	3	8.0 $\pm$ 1.1

Tabelle 11: Salzkonsum (g/d) nach Ausbildung (Mittelwerte  $\pm$  SEM)

Stufe	Total Anzahl	Salzkonsum (g/d)	Frauen Anzahl	Salzkonsum (g/d)	Männer Anzahl	Salzkonsum (g/d)
<b>Obligatorische Schulzeit</b>	6	8.1 $\pm$ 1.6	3	7.5 $\pm$ 3	3	8.7 $\pm$ 0.2
<b>Berufslehre / Berufsschule</b>	54	8.5 $\pm$ 0.5	28	8 $\pm$ 3.8	26	9 $\pm$ 0.8
<b>Höhere Fach- und Berufsausbildung</b>	21	8.7 $\pm$ 0.9	9	8 $\pm$ 2.5	12	9.3 $\pm$ 1.6
<b>Maturität / Berufsmatura / DMS</b>	28	9.1 $\pm$ 0.7	11	9.1 $\pm$ 2.9	17	9.1 $\pm$ 0.9
<b>Fachhochschule</b>	9	8.2 $\pm$ 1.3	2	6.4 $\pm$ 1	7	8.7 $\pm$ 1.5
<b>Hochschule / Uni</b>	47	8.5 $\pm$ 0.6	26	6.8 $\pm$ 3.4	21	10.7 $\pm$ 0.9
<b>Anderes</b>	1	7.1	0		1	7.1

Tabelle 12: Salzausscheidung (g/d) nach Medikamenteneinnahme bzw Antihypertensiver Therapie (Mittelwerte  $\pm$  SEM)

	Gesamt	Salzausscheidung (g/d)	Zürcherinnen	Salzausscheidung (g/d)	Zürcher	Salzausscheidung (g/d)
<b>Mit Medikamenteneinnahme</b>	78	8.2 $\pm$ 0.4	43	7.8 $\pm$ 0.6	35	8.8 $\pm$ 0.7
<b>Ohne Medikamenteneinnahme</b>	88	8.8 $\pm$ 0.4	36	7.6 $\pm$ 0.5	52	9.7 $\pm$ 0.6
<b>Mit antihypertensiver Therapie</b>	27	8.2 $\pm$ 0.7	7	7.0 $\pm$ 1.3	20	8.6 $\pm$ 0.9
<b>Ohne antihypertensive Therapie</b>	135	8.6 $\pm$ 0.3	71	7.7 $\pm$ 0.4	64	9.6 $\pm$ 0.5
<b>Unbekannt</b>	4	10.3 $\pm$ 1.9	1	11.3	3	10.0 $\pm$ 2.4

Tabelle 13: Salzausscheidung (g/d) nach auswärts Nachsalzen (Mittelwerte  $\pm$  SEM)

Nachsalzen	Anzahl Gesamtpopulation	Salzausscheidung (g/d)	Anzahl Zürcherinnen	Salzausscheidung (g/d)	Anzahl Zürcher	Salzausscheidung (g/d)
<b>Nie</b> (0 von 10mal)	93	7.9 $\pm$ 0.4	47	7.4 $\pm$ 0.5	46	8.6 $\pm$ 0.6
<b>Gelegentlich</b> (1-5 von 10mal)	63	9.3 $\pm$ 0.5	27	8.2 $\pm$ 0.5	36	10.1 $\pm$ 0.7
<b>Meistens</b> (6-9 von 10mal)	9	10.3 $\pm$ 1.3	4	8.4 $\pm$ 1.4	5	11.8 $\pm$ 2.4
<b>Immer (10 von 10mal)</b>	1	6.4	1	6.4	0	

Tabelle 14: Salzkonsum (g/d) nach Gemüse-Konsum (Mittelwerte  $\pm$  SEM)

Portionen Gemüse/d	Anzahl	Salzkonsum (g/d)
<b>Keine</b>	2	7.6 $\pm$ 2.7
<b>Bis 1 Portion</b>	35	6.7 $\pm$ 0.6
<b>1-2 Portionen</b>	97	9.0 $\pm$ 0.4
<b>3-4 Portionen</b>	27	9.5 $\pm$ 0.7
<b>Über 5 Portionen</b>	5	7.7 $\pm$ 1.7

Tabelle 15: Salzkonsum (g/d) nach Früchte-Konsum (Mittelwerte  $\pm$  SEM)

Portionen Früchte/d	Anzahl	Salzkonsum (g/d)
<b>Keine</b>	5	8.3 $\pm$ 1.7
<b>Bis 1 Portion</b>	35	9.4 $\pm$ 0.6
<b>1-2 Portionen</b>	84	8.4 $\pm$ 0.4
<b>3-4 Portionen</b>	40	8 $\pm$ 0.6
<b>Über 5 Portionen</b>	1	20.5
<b>Weiss nicht</b>	1	4.9

**Tabelle 16:** Salzkonsum (g/d) nach Fleischkonsum pro Woche (Mittelwerte  $\pm$  SEM)

Fleischkonsum	Anzahl	Salzkonsum (g/d)
Nie	10	8.8 $\pm$ 1.2
Selten (<1d/Woche)	6	6.6 $\pm$ 1.6
1d/Woche	17	8.4 $\pm$ 0.9
2d/Woche	27	8.3 $\pm$ 0.7
3d/Woche	32	8.7 $\pm$ 0.7
4d/Woche	27	7.6 $\pm$ 0.7
5d/Woche	20	9.0 $\pm$ 0.9
6d/Woche	16	9.7 $\pm$ 1
7d/Woche	11	10.1 $\pm$ 1.2



Tabelle 17: Muskelmasse (kg) der Gesamtpopulation nach Alter (Dekaden)  
(Mittelwerte  $\pm$  SEM)

Alter	Anzahl	Muskelmasse (kg)
<b>18-29 jährig</b>	36	14.8 $\pm$ 0.5
<b>30-39 jährig</b>	33	15.1 $\pm$ 0.5
<b>40-49 jährig</b>	14	14.7 $\pm$ 0.8
<b>50-59 jährig</b>	29	14.5 $\pm$ 0.6
<b>60-69 jährig</b>	26	15.3 $\pm$ 0.6
<b>Über 70 jährig</b>	24	13.7 $\pm$ 0.6

Tabelle 18: systolische und diastolische Blutdruckwerte nach Alter und Geschlecht (Mittelwerte  $\pm$  SEM):

Alter	Zürcherinnen Systolischer Blutdruck (mmHg)	Zürcherinnen Diastolischer Blutdruck (mmHg)	Zürcher Systolischer Blutdruck (mmHg)	Zürcher Diastolischer Blutdruck (mmHg)
<b>18-29 jährig</b>	110.5 $\pm$ 2.3	70.5 $\pm$ 1.8	126.8 $\pm$ 2.0	72.4 $\pm$ 1.7
<b>30-39 jährig</b>	113 $\pm$ 3.6	72.2 $\pm$ 2.7	123.1 $\pm$ 1.6	74.5 $\pm$ 1.6
<b>40-49 jährig</b>	111 $\pm$ 2.1	73.1 $\pm$ 2.1	133.1 $\pm$ 3.8	83.2 $\pm$ 2.8
<b>50-59 jährig</b>	123.4 $\pm$ 5.1	75 $\pm$ 3.1	134.3 $\pm$ 4	81.3 $\pm$ 3.7
<b>60-69 jährig</b>	114.6 $\pm$ 3.1	70.6 $\pm$ 2.4	135 $\pm$ 2.8	78.5 $\pm$ 1.9
<b>Über 70 jährig</b>	136.7 $\pm$ 4.8	71.6 $\pm$ 3.4	134.3 $\pm$ 3.9	68.8 $\pm$ 2.9

Tabelle 19: Am IKC bestimmte Werte, im Blut und Urin:

<u>Blutwerte</u>	<u>Urinwerte</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Natrium (mmol/l)</li> <li>- Kalium (mmol/l)</li> <li>- Chlorid (mmol/l)</li> <li>- Magnesium (mmol/l)</li> <li>- Calcium total (mmol/l)</li> <li>- Korrigiertes Serum Calcium (mmol/l)</li> <li>- Phosphat (mmol/l)</li> <li>- Harnstoff (mmol/l)</li> <li>- Kreatinin (µmol/l)</li> <li>- MDRD-GFR nach MDRD-Formel (ml/min)</li> <li>- Cystatin C (mg/l)</li> <li>- Harnsäure (µmol/l)</li> <li>- Bilirubin total (µmol/l)</li> <li>- Protein (g/l)</li> <li>- AST (GOT) Aspartat- Aminotransferase (U/l)</li> <li>- Albumin (g/l)</li> <li>- ALT (GPT) Alanin- Aminotransferase (U/l)</li> <li>- GGT γ-Glutamyltransferase (U/l)</li> <li>- Pankreasamylase (U/l)</li> <li>- Troponin T, High-Sensitive (µg/l)</li> <li>- proBNP (ng/l)</li> <li>- Glucose spontan (mmol/l)</li> <li>- Cholesterin total (mmol/l)</li> <li>- HDL-Cholesterin (mmol/l)</li> <li>- Cholesterin/HDL-Cholesterin- Ratio</li> <li>- LDL-Cholesterin (mmol/l)</li> <li>- Triglyceride (mmol/l)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Natrium (mmol/l)</li> <li>- Natriummenge (mmol)</li> <li>- Kalium (mmol/l)</li> <li>- Kaliummenge (mmol)</li> <li>- Chlorid (mmol/l)</li> <li>- Chloridmenge (mmol)</li> <li>- Harnstoff (mmol/l)</li> <li>- Harnstoffmenge (mmol)</li> <li>- Kreatinin (mmol/l)</li> <li>- Kreatininmenge (mmol)</li> <li>- Harnsäure (mmol/l)</li> <li>- Harnsäuremenge (mmol)</li> <li>- Glucose (mmol/l)</li> <li>- Citrat (mmol/l)</li> <li>- Citratmenge (mmol)</li> <li>- Protein (g/l)</li> <li>- Albumin (mg/l)</li> <li>- Albuminmenge (mg)</li> <li>- Pankreasamylase (U/l)</li> <li>- Pankreasamylasemenge (U)</li> <li>- Cortisol direkt (µg/l)</li> <li>- Cortisol direkt Menge (µg)</li> <li>- Urinvolumen (ml)</li> <li>- Urin-Osmolalität (mmol/kg)</li> </ul>

Abbildung 1: Zusammenhang zwischen BMI und antihypertensiver Therapie ( $r = 0.36$ ,  $p < 0.0001$ )

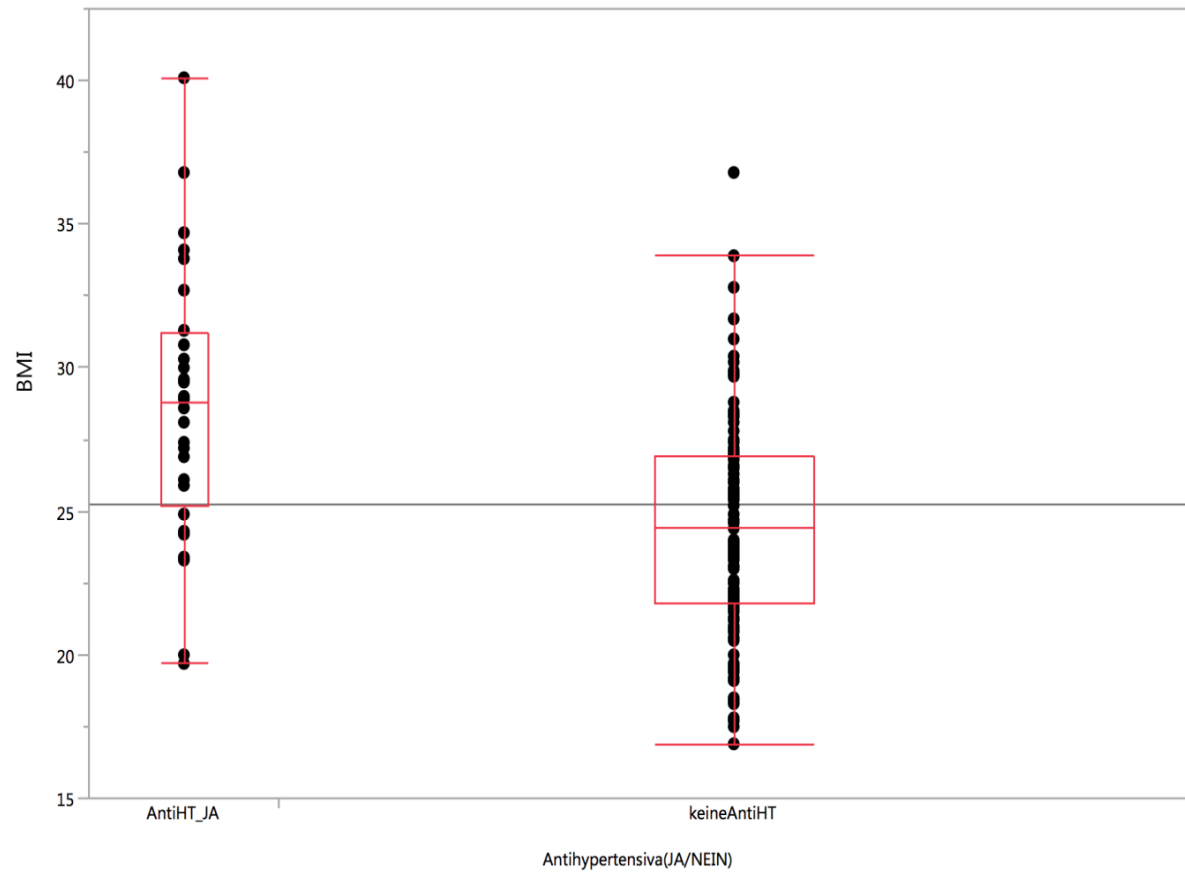


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Alter und antihypertensiver Therapie ( $r = 0.55$ ,  $p < 0.0001$ )

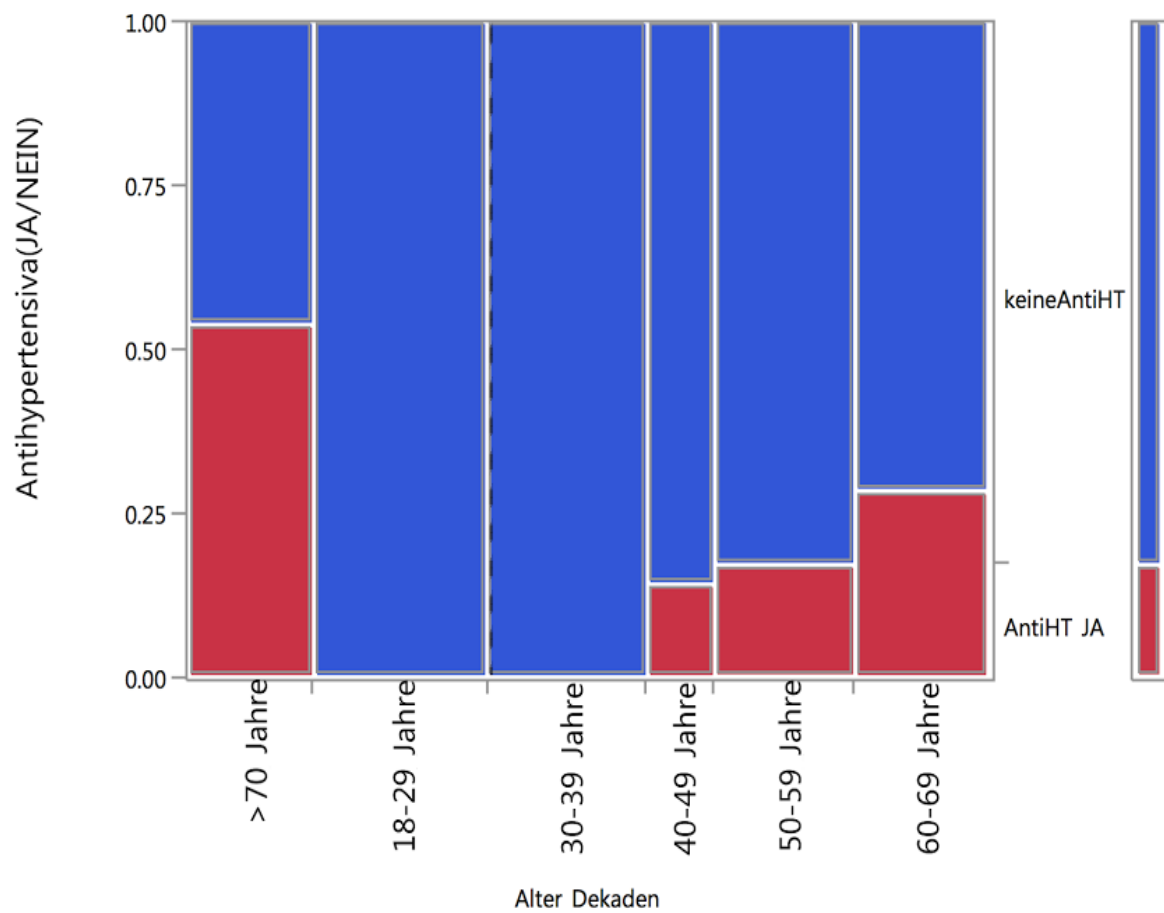


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Kortisolausscheidung pro Tag ( $\mu\text{g/d}$ ) und der Salzausscheidung ( $\text{g/d}$ ) ( $r = 0.48$ ,  $p < 0.0001$ )

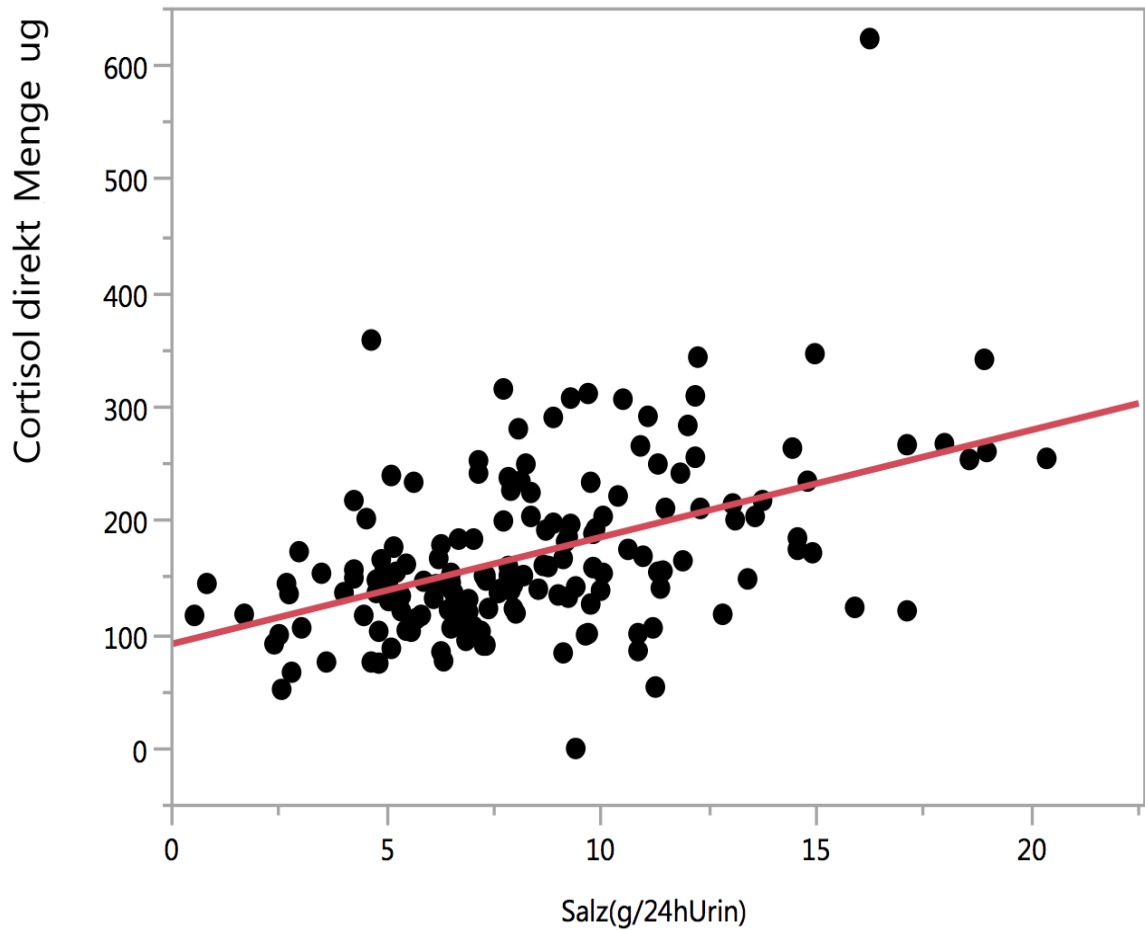
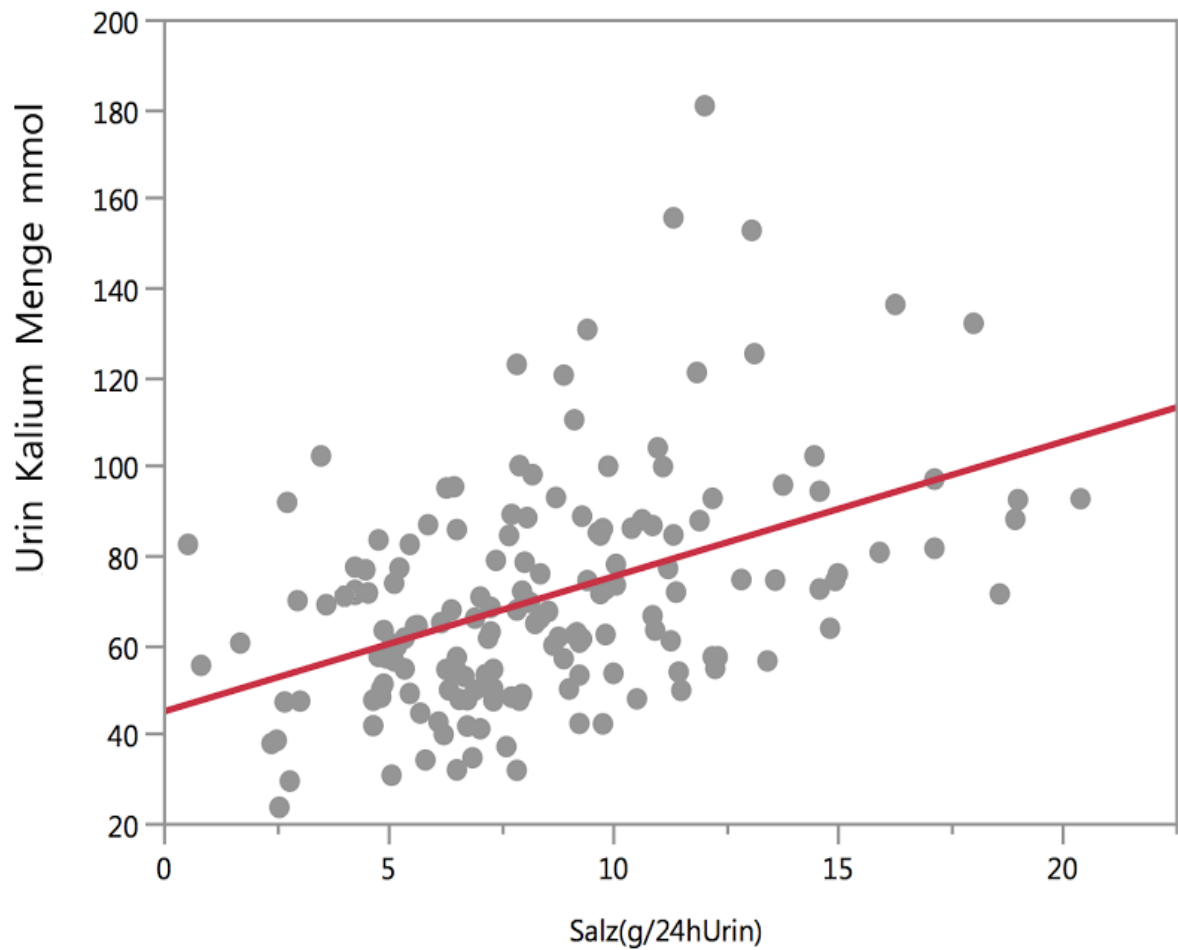


Abbildung 4: Zusammenhang der Kalium- und Salzausscheidung ( $r = 0.46$ ,  $p < 0.0001$ )



## 8. VERDANKUNGEN

Für die Unterstützung und Zusammenarbeit möchte ich danken:

- Prof. Dr. med. Paolo M. Suter, Leitender Arzt, Klinik und Poliklinik für Innere Medizin, der mich während der ganzen Zeit mit seinem Wissen und seiner Erfahrung unterstützt hat.
- Prof. Dr. med. E. Battegay, Klinikdirektor Klinik und Poliklinik für Innere Medizin Universitätsspital Zürich.
- Prof. Dr. med. Arnold von Eckardstein, Institutsdirektor Institut für klinische Chemie Universitätsspital Zürich) für die kostenlose Bestimmung der Laborwerte.
- Frau Rita Konau (Leiterin Pflege ambulante Innere Medizin) und ihrem ganzen Team für die vielen Blutentnahmen.
- Frau Cornelia Hotz (Gruppenleiterin Empfang, medizinische Poliklinik) und ihrem Empfangsteam für die administrative Mehrarbeit.
- Frau Monika Seiler und Frau Isabelle Peereboom (Laborantinnen am IKC) welche mir bei Laborfragen jederzeit eine grosse Hilfe waren.
- Frau Wieser und Herrn Weber für die Leihgabe der Tanita Bio-Impedanz-Analyse Waage BC-418.
- Meinen Eltern die mich während der ganzen Ausbildung finanziell und moralisch unterstützt haben.
- Meinem Mann und meiner Nachbarin, welche meine Arbeit korrigierten und mich bei der Umsetzung der Arbeit am Computer unterstützten.
- Allen Probanden und Probandinnen welche an der Untersuchung teilgenommen haben.

Ich bestätige, die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne weitere Hilfen, ausser den oben explizit aufgeführten, durchgeführt und verfasst zu haben.



## 9. CURRICULUM VITAE

### **Helen Manuela Jäggi-Stettler**

16.06.1981	Geboren in Schaffhausen, Schweiz
1988 - 1996	Primarschule in Neuhausen (SH)
1994 - 1996	Sekundarschule in Neuhausen (SH)
1996 - 2001	Kantonsschule Schaffhausen Typus C
2002 - 2010	Studium der Humanmedizin an der medizinischen Fakultät der Universität Zürich
10/2010	Staatsexamen an der Universität Zürich
07/11 - 06/13	Assistenzärztin Anästhesie Kantonsspital Winterthur
07/13 - 06/14	Assistenzärztin Anästhesie GZO Wetzikon
09/14 - 12/16	Assistenzärztin Anästhesie Universitätsspital Zürich
Seit 01/17	Assistenzärztin Innere Medizin GZO Wetzikon